

STÜCKBRÜCHE DES ELLBOGENGELLENKES IM KINDESALTER

vorgelegt von
Sieglinde Metzger

1973

Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof.Dr.Kümmerle)

STÜCKBRÜCHE DES ELLBOGENGELENKES IM KINDESALTER

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Sieglinde Metzling
aus Emden

Mainz, 1972

Dekan: Professor Dr. Mayet -

Referent: Professor Dr. Hofmann

Korreferent: Professor Dr. Kümmerle

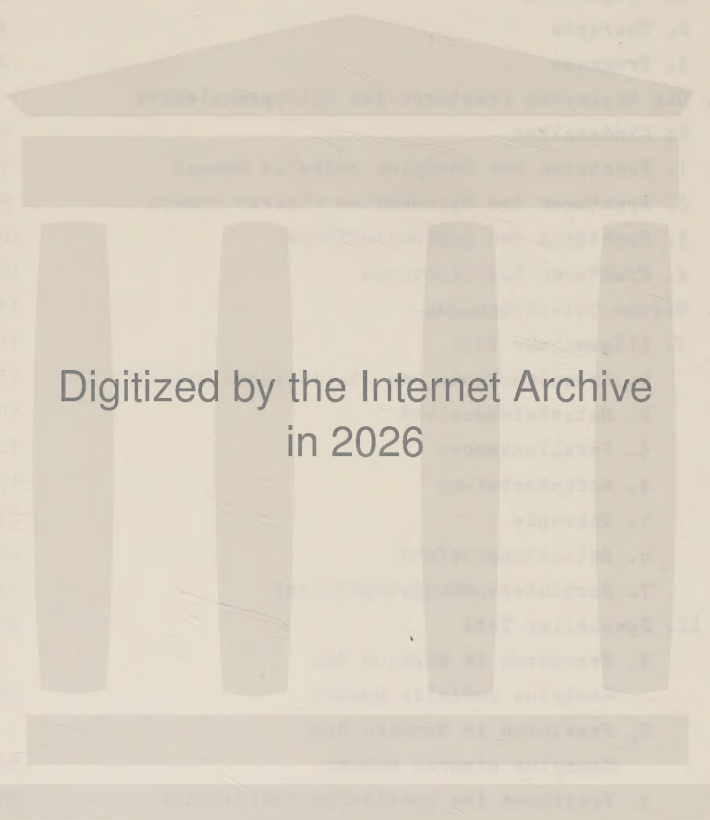
Tag der mündlichen Prüfung: 25.1.1973



Gewidmet
meiner Mutter

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
A. Einleitung	1
B. Besonderheiten der Ellbogenfrakturen	
im Kindesalter	2
1. Diagnostik	2
2. Therapie	3
3. Prognose	4
C. Die typischen Frakturen des Ellbogengelenkes	
im Kindesalter	5
1. Frakturen des Condylus radialis humeri	7
2. Frakturen des Epicondylus ulnaris humeri	9
3. Frakturen des Radiusköpfchens	10
4. Frakturen des Olecranon	12
D. Eigene Untersuchungen	13
I. Allgemeiner Teil	13
1. Arbeitsmethode und statistische Methodik	13
2. Materialübersicht	15
3. Unfallanamnese	16
4. Aufnahmebefund	17
5. Therapie	19
6. Entlassungsbefund	20
7. Nachuntersuchungsergebnisse	21
II. Spezieller Teil	29
1. Frakturen im Bereich des Condylus radialis humeri	29
2. Frakturen im Bereich des Condylus ulnaris humeri	38
3. Frakturen des proximalen Radiusendes	44
4. Frakturen des proximalen Ulnaendes	47
E. Diskussion	48
F. Zusammenfassung	74
G. Anhang (Röntgenbilder)	77
H. Literaturverzeichnis	86
K. Lebenslauf	91



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A. EINLEITUNG

Die Bedeutung der Ellbogenfrakturen im Kindesalter spiegelt sich in einem sehr umfangreichen Schrifttum wider, dessen Anfänge vor den Beginn der Röntgenära zurückreichen (Kocher, 1896) und das auch in neuerer Zeit immer noch anwächst. Das große Interesse an diesen Verletzungen hat mehrere Gründe: einmal die Häufigkeit ihres Vorkommens (nach Grob stehen sie mit 15% an 3. Stelle aller Knochenbrüche bei Kindern), zum anderen diagnostische und therapeutische Probleme, die schwerwiegender sind als die der meisten übrigen kindlichen Frakturen, und schließlich die Gefahr der Komplikationen und Spätschäden nach Ellbogenbrüchen bei Kindern, da diese sich in einem Wachstumsgebiet mit zahlreichen Epiphysen abspielen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung von 113 Stückbrüchen des Ellbogengelenkes (mit Ausnahme der supracondylären Frakturen) bei Kindern bis zu 14 Jahren, die im Zeitraum von 1958 bis 1967 in der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz behandelt worden sind. 96 Patienten konnten 1-10 Jahre nach dem Unfall klinisch und röntgenologisch nachkontrolliert werden. Auf Grund des inhomogenen Krankengutes war die statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse begrenzt, so daß nur einige Häufigkeitsverteilungen mit Hilfe des χ^2 -Tests geprüft werden konnten.

Ziel der Arbeit ist die Darstellung der Heilungserfolge kindlicher Ellbogenfrakturen unter besonderer Berücksichtigung jener Faktoren, deren Bedeutung für das Spätergebnis dieser Verletzungen in der Literatur unterschiedlich bewertet wird.

B. BESONDERHEITEN DER ELLBOGENFRAKTUREN IM KINDESALTER

Die Frakturen bei Kindern unterscheiden sich von denen Erwachsener im wesentlichen dadurch, daß sie den im Wachstum befindlichen Knochen betreffen. Aus dieser Tatsache ergeben sich eine Reihe von Konsequenzen bezüglich der Diagnostik, Therapie und Prognose, welche die Bedeutung kindlicher Frakturen im allgemeinen bedingen und sich gerade am Ellbogengelenk wegen seiner Vielzahl von Epiphysen besonders bemerkbar machen.

1. Diagnostik

Die Articulatio cubiti setzt sich aus 3 Teilgelenken zusammen: der Art.humeroulnaris, der Art.humeroradialis und der Art.radioulnaris proximalis. Eine gemeinsame Gelenkkapsel umschließt die 3 Teilgelenke so, daß die Epiphysenlinien sämtlicher Gelenkpartner (Capitulum und Trochlea humeri, Radiusköpfchen und Gelenkfortsatz der Ulna) intracapsulär liegen (Morger).

Brüche in diesem Bereich sind bei Kindern röntgenologisch schwer zu diagnostizieren, weil sich die anatomische Konfiguration des Gelenkes im Verlauf der verschiedenen Wachstumsstadien immer wieder ändert. Dies geschieht durch das Auftreten von Knochenkernen in den zunächst knorpelig vorgebildeten Gelenkenden, welches sich in gesetzmäßiger Form und Reihenfolge - allerdings auch mit erheblichen individuellen und geschlechtsbedingten Unterschieden - vollzieht:

Im Laufe der 2.Hälfte des 1.Lebensjahres wird als erster Knochenkern der des Capitulum humeri sichtbar. Zwischen dem 5.und 6.Lebensjahr folgt der Kern des Epicondylus ulnaris und etwa zur gleichen Zeit der des Radiusköpfchens. Im Alter von 8-10 Jahren erscheint der Kern des Epicondylus radialis, und zwischen dem 9.und 13.Lebensjahr tritt der Kern der Trochlea auf, meist gleichzeitig mit dem Olecranonkern. Die beiden letzteren können mehrteilig sein.

Zunächst sind die Epiphysenkerne noch durch eine breite Knorpelschicht von den Diaphysen und den Gelenkenden getrennt. Mit zunehmendem Wachstum werden diese Knorpelfelder dünner und erscheinen schließlich als schmale Fugen. Die knöcherne Verschmelzung der Kerne untereinander und mit der Humerus-Diaphyse geschieht erst gegen Ende der Wachstumsperiode, also zwischen dem 13. und 16. Lebensjahr. Noch

später, im Alter von 17-18 Jahren, ist der Verknöcherungsprozess von Radius- und Olecranonkernen beendet. Auch die Verschmelzungzeitpunkte zeigen eine große individuelle Breite (Baumann; Blount; Morger; Wustmann).

Die Schwierigkeit der Röntgendiagnostik besteht bei Säuglingen und Kleinkindern darin, daß der größte Teil des Bruchstückes zu diesem Zeitpunkt noch knorpelig ist und somit eine Fraktur leicht übersehen oder in ihrem Ausmaß unterschätzt werden kann. Bei älteren Kindern sind Fehldiagnosen dadurch möglich, daß Epiphysenfugen mit Frakturlinien verwechselt oder mehrteilig angelegte Kerne für abgesprengte Fragmente gehalten werden können.

All diese Gründe machen die immer wieder mit Nachdruck gestellte Forderung nach einem Vergleichsbild der gesunden Seite verständlich, zumal die Erkennung kindlicher Ellbogenfrakturen wegen der oft geringen klinischen Zeichen fast ausschließlich auf die Röntgendiagnostik angewiesen ist.

2. Therapie

Die Therapie der Ellbogenfrakturen bei Kindern ist von entscheidender Bedeutung, da sie maßgeblich die Prognose bestimmt (Baumann). Im Gegensatz zu den meisten übrigen kindlichen Frakturen, bei denen im Vertrauen auf die große Reparationsfähigkeit des wachsenden Knochens primäre Fehlstellungen ohne besondere Therapie belassen werden können, erfordern die Brüche im Ellbogenbereich eine frühestmögliche, exakte anatomische Reposition und sichere Fixation des Bruchstückes (Baumann; Blount; L.Böhler; Ehalt). Eine fugenlose Anheilung als Voraussetzung für ein gutes Spätergebnis ist nach Meinung vieler Autoren nur durch operative Behandlung zu erreichen, und so liegen, wie Ehalt feststellt, die meisten Verletzungen, die eine blutige Reposition unbedingt erforderlich machen, im Bereich des Ellbogengelenkes.

Nachträgliche Stellungskorrekturen und wiederholte Manipulationen sollen möglichst vermieden werden, da sie im empfindlichen Gelenk des Kindes zu Knorpel- und Weichteilschaden und damit zu Wachstumsstörungen und Bewegungseinschränkungen führen können (Blount; Krebs und Streicher; Rehbein und Hofmann; Salter und Harris).

Eindringlich warnen alle Autoren vor Nachbehandlungen wie passiven Bewegungsübungen, forcierter Massage und Hitzeanwendungen. Immer

wieder wird auf die verheerenden Folgen dieser Maßnahmen hingewiesen: verzögerte Wiederherstellung oder dauernde Einschränkung der Funktion, Zerstörung der Gelenkflächen, Myositis ossificans, Gelenkschwellung und Schmerzen (Baumann; Blount; L.Böhler; Bürkle de la Camp; Ehalt; Hofmann; v.d.Oelsnitz; Wittich). Auch wenn sich die volle Beweglichkeit nur langsam wieder einstellt - bei Ellbogenfrakturen kann dieser Prozess wegen der häufig gleichzeitigen Verletzung des Bandapparates bis zu 1 Jahr dauern - soll das Kind sich selbst überlassen bleiben, da es so am ehesten die normale Funktion wiedererlangt (Blount; L.Böhler; Ehalt). Aktive Bewegungsübungen sind erlaubt, so lange sie keine Schmerzen verursachen (Baumann).

3. Prognose

Zwei Faktoren sind nach allgemeiner Ansicht für die Prognose kindlicher Ellbogenfrakturen bedeutsam: die Art der Fraktur und die Therapie. Auch das Alter des Verletzten spielt eine gewisse Rolle, da Wachstumsstörungen bei jüngeren Kindern, die noch über eine große Wachstumspotenz verfügen, sich sehr viel stärker auswirken können als bei Kindern kurz vor Abschluß der Entwicklung (Blount; Salter, Harris; Witt, Rettig).

Direkte traumatische Schädigungen der Epiphysenfugen kommen nach Baumann, Blount und Ehalt nur selten vor. Sie haben aber dann, besonders bei jungen Kindern, schwere Wachstumsschäden zur Folge: Bei totaler Zerstörung der Epiphyse kommt es zum Wachstumsstillstand. Ist dieser einseitig, so resultiert eine Achsenfehlstellung (Cubitus varus oder valgus); betrifft die Verletzung die Mitte der Epiphyse des unteren Humerusendes, so entsteht die sog. "Fischschwanz-Deformierung" (Wadsworth) durch Wachstumsstop der zentralen und gleichmäßiges oder verstärktes Längenwachstum der beiden seitlichen Gelenkteile.

Epiphysenlösungen, die für das Kindesalter typischen traumatischen Schädigungen (Grob), haben erstaunlicherweise selten Wachstumsstörungen zur Folge, da die Frakturlinie nicht durch die Zone der Wachstumszellen, sondern durch den neugebildeten Knochen verläuft, so daß der Fugenknorpel nicht verletzt wird (Baumann; Grob; Rehbein, Hofmann).

Nach Ansicht von Baumann sind Wachstumsstörungen und Komplikationen nach kindlichen Ellbogenfrakturen in den meisten Fällen Folgen

einer unzureichenden Therapie, bei der versäumt wurde, das durch die Verletzung entstandene Mißverhältnis im anatomischen Bau des Gelenkes zu beseitigen. Solche vermeidbaren Spätschäden sind: Pseudarthrose, Armwinkelfehlstellungen, Nervenlähmungen (Mouchet'sche Ulnarisparese), Gelenkdeformierungen und Arthrosis deformans, die auch im kindlichen Gelenk schon vorkommen kann (Baumann; Ehalt).

Nicht durch die Therapie zu beeinflussen und unberechenbar in ihrem Ausmaß sind dagegen Frakturfolgen, die durch das Reizwachstum ausgelöst werden (Baumann; Blount). Dieses wird regelmäßig bei Frakturen im Epiphysenbereich angetroffen und äußert sich einerseits in einer Entwicklungsbeschleunigung sämtlicher umgebender Epiphysenkerne, besonders solcher, die der Bruchstelle am nächsten liegen, häufig verbunden mit einem vorzeitigen Schluß der Epiphysenfugen, andererseits aber auch in einer mehr oder weniger starken Hypertrophie der betreffenden Gelenkteile, woraus hauptsächlich bei Brüchen des Condylus radialis Deformierungen des Gelenkes und Armwinkelfehlstellungen resultieren können.

Auffallend ist, daß bei Kindern trotz erheblicher anatomischer Gelenkveränderungen die Funktion oft ungestört ist. Gerade in solchen Fällen besteht jedoch die Gefahr frühzeitiger Abnutzungserscheinungen.

C. DIE TYPISCHEN FRAKTUREN DES ELLBOGENGELENKES IM KINDESALTER

Das Spektrum der möglichen Knochenverletzungen des Ellbogengelenkes bei Kindern ist kleiner als das des Erwachsenen. Es gibt einige für das Kindesalter typische Frakturen, alle anderen Bruchformen des Erwachsenen sind entweder bei Kindern äußerst selten, oder sie werden gar nicht angetroffen.

Zu den charakteristischen Brüchen des unteren Humerusendes gehören (neben der supracondylären Humerusfraktur) die des Condylus radialis und des Epicondylus ulnaris. Frakturen des Epicondylus radialis und des Condylus ulnaris sowie T-, Y- und Trümmerfrakturen sind höchstens gelegentlich bei älteren Kindern zu finden.

Die Frakturen des Radiusköpfchens - bei Kindern sind es durchweg Radiushalsfrakturen - kommen häufig vor. Seltener isoliert, aber als Begleitverletzung recht oft anzutreffen, ist die Fraktur des Olecranon.

Die folgenden Skizzen zeigen die typischen Frakturen des kindlichen Ellbogengelenkes.

Abb. 1 Frakturen des unteren Humerusendes

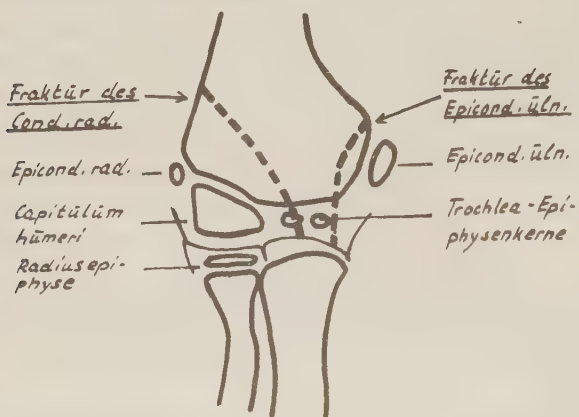
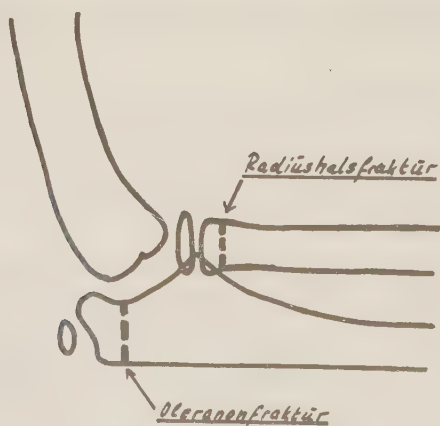


Abb. 2 Frakturen des oberen Radius- und Ulnaendes



1. Frakturen des Condylus radialis humeri

Von allen Ellbogenverletzungen bei Kindern hat die Fraktur des Condylus radialis wegen ihrer besonderen diagnostischen und therapeutischen Schwierigkeiten die größte Bedeutung. Abgesehen von der supracondylären Humerusfraktur ist sie die häufigste Knochenverletzung im Kindesalter (Morger).

Der Condylus radialis umfaßt die äußere Seite des distalen Humerusendes mit Capitulum humeri und Epicondylus. Nach Baumann und Ehalt kommt die Fraktur meist durch indirekte Gewalteinwirkung zustande: Sturz auf die Hand oder den ausgestreckten Arm, wobei die Kraft über den Radius auf das Capitulum humeri übertragen wird. Die Bruchlinie hat in der Regel den typischen Verlauf vom radialen Rand der Humerusmetaphyse schräg durch die Epiphysenfuge nach unten medial. Form und Größe des Bruchstückes variieren von der schalenförmigen Aussprengung aus der Kortikalis bis zum Abbruch der Hälfte des Gelenkkörpers mit dem gesamten radialen Epiphysenbezirk. Gewöhnlich aber besteht das Fragment aus einem Teil der Humerusmetaphyse und dem Capitulum humeri (Baumann). Grad und Richtung der Dislokation sind ebenfalls unterschiedlich. Es gibt lineare Frakturen ohne Verschiebung; meist jedoch wird das Bruchstück durch den Zug der an ihm haftenden Unterarmstrecker um eine sagittale und frontale Achse mehr oder weniger verkippt oder verdreht, und zwar vorwiegend nach hinten, unten, außen.

Häufig ist die Fraktur des Condylus radialis mit einer Luxation des Gelenkes verbunden. Nach Blount besteht bei derartigen Brüchen die Gefahr langdauernder oder gar bleibender Bewegungseinschränkungen.

Die Diagnose ist am sichersten durch das Röntgenbild zu stellen, wobei der Vergleich zur gesunden Seite besonders wichtig ist. Bei kleinen Kindern, bei denen das untere Humerusende noch überwiegend knorpelig ist, kann sie jedoch problematisch werden, denn 1.) kommen röntgenologisch nur die knöchern durchgebauten Teile zur Darstellung, 2.) ist eine Drehung des zu diesem Zeitpunkt noch runden Capitulumkernes schwer zu beurteilen, und 3.) stellt sich die regelmäßig mit abgelöste Kortikalisschale - oft einziger Hinweis auf die Verletzung - nicht immer dar (Baumann). Aus diesen Gründen messen Blount und Morger bei kleinen Kindern der Palpation beider Ellbogengelenke zur Klärung der Diagnose größere Bedeutung bei als dem Röntgenbild.

Bezüglich der Therapie sind sich alle Autoren darüber einig, daß der Abbruch des Condylus radialis eine möglichst ideale Reposition erfordert und daß die Heilungsergebnisse um so günstiger sind, je eher diese vorgenommen wird.

Bei stärkerer Dislokation des Fragmentes empfehlen die meisten Autoren die offene Reposition und Fixation (Bandi; Baumann; Blount; L.Böhler; Jeffery; Marmor; Matti; Matzner; Pap, Szentpétery; Wustmann). Grob, Morger, Scharpff, Witt und Rettig sind für die operative Behandlung nur dann, wenn die konservative Einrichtung nicht erfolgreich war. Für eine primär operative Reposition und Osteosynthese auch bei gering verschobenen Brüchen sprechen Ehalt, Hofmann, Ingersoll, Lorello, Milch, Salter und Harris.

Die Gipsfixation soll nach allgemeiner Ansicht nicht länger als 3-4 Wochen betragen und wird von den meisten Autoren in rechtwinkliger Beugung und einer Mittelstellung zwischen Pro- und Supination durchgeführt.

Zur Osteosynthese gibt es verschiedene Vorschläge:

Zugschraube (Baumann; Jeffery; Maatz; Matti),

1-2 Nägel (Blount; Ehalt),

Spickung mit 1-2 Kirschnerdrähten (Bandi; Baumann; Fahey; Grob;

Müller, Allgöwer, Willenegger; Rehbein, Hofmann; Salter, Harris).

Eine Nachbehandlung in Form von passiven Bewegungsübungen, Massage, Hitzeanwendung u.a. wird wegen der daraus entstehenden Folgen (Bewegungseinschränkungen, Myositis ossificans) von allen Autoren entschieden abgelehnt. Das Kind soll gleichsam im Spiel wieder die Beweglichkeit des Gelenkes erlangen (Baumann; Blount).

Die Prognose ist nach allgemeiner Ansicht im wesentlichen abhängig vom Zeitpunkt der Behandlung, von der Genauigkeit der Reposition und der Stabilität der Fixation. Die gefürchteten Komplikationen und Spätschäden nach Frakturen des Condylus radialis sind in den meisten Fällen Folgen einer unzulänglichen Therapie (Baumann; L.Böhler; Ehalt): Eine ungenügende Reposition führt häufig zur Pseudarthrose mit Wachstumsstillstand auf dieser Seite, woraus eine Valgus-Deformität und schließlich durch die ständige Überdehnung des N.ulnaris die Mouchet-sche Parese dieses Nerven resultieren kann. Durch Tiefertreten des hypertrophierten Condylus radialis (Reizwachstum) kann es zur Verminderung des physiologischen Armwinkels oder zum Varusknick kommen. Anatomische Gelenkveränderungen oder Weichteilschäden durch Luxa-

tionen, wiederholte grobe Manipulationen oder forcierte medicomechanische Übungen können spätere Bewegungseinschränkungen des Ellbogengelenkes verursachen. Eine verzögerte Reposition erschwert die operative Einrichtung durch den raschen Umbau und die Überknorpelung des Fragmentes. Nach 2-3 Monaten ist eine knöcherne Heilung kaum noch zu erzielen (Ehalt). So kommt es zu ähnlichen Spätresultaten wie nach fehlender oder ungenügender Reposition: Pseudarthrose, Gelenkdeformierung, Funktionsausfall. Bei der Spätoperation muß das Fragment völlig ausgelöst und wie ein Knochentransplantat wieder eingesetzt werden (Hofmann).

2. Frakturen des Epicondylus ulnaris humeri

Die Fraktur des Epicondylus ulnaris ist nach der Fraktur des Condylus radialis die häufigste Knochenverletzung des Ellbogengelenkes im Kindesalter. Hierbei handelt es sich meist um einen Abriß des Knochenkernes des Epic. uln. vor seiner Vereinigung mit der Humerusmetaphyse. Betroffen werden vor allem Kinder zwischen 12 und 15 Jahren (Wittich), auffällig oft Sportler (Ehalt; Schumpelick).

Der Abriß kommt zustande durch plötzlichen Zug am ulnaren Seitenband und den Vorderarmbeugern, die am Epic. uln. ihren Ursprung haben. In der Regel besteht das Bruchstück aus dem Epic. uln. und einer Metaphysenschale, somit reicht die Bruchlinie ins Gelenk hinein (Baumann)!. Durch den Zug der Unterarmbeuger kommt es gewöhnlich zu einer Verschiebung nach distal; häufig wird das Fragment auch um eine sagittale und frontale Achse verkippt oder verdreht (Pap, Szentpétery: "Bistorsionsdislokation"). Bei gleichzeitiger Luxation, die häufig beobachtet wird, schlägt der Epicondylus gelegentlich in den Gelenkspalt zwischen Humerus und Ulna und wird dort festgehalten.

Bandi, L. Böhler, Grob, Kluge, Morger, Smith, Witt und Rettig sehen nur die Ulnarisparese und die Einklemmung des Bruchstückes in den Gelenkspalt als absolute Indikation zur Operation an. Bei allen anderen Frakturtypen halten sie die einfache Ruhigstellung in Gips für ausreichend. Baumann, Ehalt, Fahey, Künzli, Matti, Matzner, Pap und Szentpétery, Salter und Harris, Wittich sind darüberhinaus auch für eine operative Reposition und Fixation, wenn das Bruchstück stärker disloziert und vor allem gedreht ist.

Die Exstirpation des abgerissenen Epicondylus ist nach Baumann zu befürworten, wenn eine fugenlose Anheilung nicht erreicht werden konnte und dadurch Komplikationen auftreten. Damit steht er, wie viele andere Autoren, auf dem Standpunkt, daß der Epic. ulnaris als Apophyse nicht am Längenwachstum beteiligt sei und seine Entfernung daher auch keine Wachstumsstörungen zur Folge habe. Matzner, Pap und Szentpétery fürchten dagegen nach Exstirpation eine Entwicklungshemmung des betreffenden Gebietes und lehnen sie daher ab.

Als zweckmäßige Dauer der Ruhigstellung werden von den meisten Autoren 2-4 Wochen, je nach Schwere der Verletzung, angegeben.

Falls die operative Fixation erforderlich werden sollte, werden folgende Methoden vorgeschlagen:

1-2 Kirschnerdrähte (Baumann; L. Böhler; Daum, Hecker, Rütter, Otto; Fahey; Gorb; Müller, Allgöwer, Willenegger; Salter, Harris; Scharpf; Schumpelick),
Nagel oder Schraube (Baumann, Blount; Ehalt; Maatz),
Hemicerclage mit Perlonfaden (Schumpelick; Wittich),
Catgut-Naht (Schumpelick, bei Kindern unter 10 Jahren),
Seiden-Naht (Smith).

Die Prognose der Frakturen des Epic. ulnaris ist im allgemeinen gut. Es gibt jedoch auch bei diesen Verletzungen einige Faktoren, die das Heilungsergebnis ungünstig beeinflussen können: Die primäre oder sekundäre Ulnarisparese durch Kompression oder Narbenbildung im Sulcus des Nerven ist eine relativ seltene Komplikation. Häufiger wird die Verlagerung des losgelösten Bruchstückes in den Gelenkspalt beobachtet, die, wenn sie nicht rechtzeitig bemerkt wird, zu irreparablen Gelenkschäden führt (Arthrosis deformans). Die gleichzeitig mit der Fraktur auftretende Luxation schließlich kann wegen der Weichteil- und Knorpelschäden eine verzögerte Heilung oder bleibende Bewegungseinschränkungen zur Folge haben (Baumann).

3. Frakturen des Radiusköpfchens

Die Fraktur des Radiusköpfchens im Kindesalter ist nach Baumann und Ehalt meist Folge eines indirekten Traumas, bei dem die Gewaltwirkung längs der Unterarmachse übertragen wird. Es kommt dann entweder zu einem Stauchungsbruch des Speichenhalses oder zu einer Lösung des Köpfchens in der Epiphysenlinie, wobei in der Regel ein

Stückchen der Metaphyse mit abreißt. In beiden Fällen knickt das Fragment meist nach unten und außen ab (Ehalt). Reine Epiphysenlösungen werden allgemein als selten bezeichnet. Im Gegensatz zu den Radiusköpfchenfrakturen Erwachsener bleibt die Gelenkfläche des Capitulum meist intakt, auch das Lig. anulare bleibt erhalten. Meißel- und Trümmerfrakturen, die durch ein direktes Trauma entstehen und beim Erwachsenen vorherrschen, sind bei Kindern selten.

Der Radiusköpfchenbruch kann isoliert oder in Verbindung mit anderen Ellbogenverletzungen auftreten. So kommt es entsprechend dem Frakturmechanismus (Hypervalgität des Gelenkes) häufig zum gleichzeitigen Bruch des Olecranon, zum Abriß des Epicondylus ulnaris oder zur Luxation.

Die Therapie sollte nach Meinung aller Autoren vorwiegend konservativ sein, da gerade die Radiusepiphyse eine starke Tendenz zeige, Dislokationen im Laufe der Zeit weitgehend auszugleichen. Bei Abkipfung des Köpfchens von 10° und mehr ist nach Blount eine manuelle Reposition meist erfolgreich. Stärkere Achsenknicke und vor allem die totale Lösung der Epiphyse mit Verschiebung der Bruchfläche gegen die Außenseite des Schaftes erfordern die operative Reposition (Blount; Cotta; Ehalt; Terlep; Witt, Rettig).

Von einer Knochenfixation nach blutiger Einrichtung sehen Blount, Raisch, Terlep wegen möglicher Schädigung der Radiusepiphyse ab. Andere Autoren schlagen vor, falls die Reposition sich als instabil erweist, das Radiusköpfchen mit Kirschnerdraht (J. Böhler; Fahey; Müller, Allgöwer, Willenegger; Witt, Rettig) oder Stahlstift (Ehalt) zu fixieren oder eine Unterpolsterung mit einem Knochenspan durchzuführen (Cotta; Ehalt; Maatz; Witt, Rettig).

Vor der Exstirpation des abgebrochenen Radiusköpfchens im Wachstumsalter wird allgemein wegen der daraus resultierenden schweren Wachstumsstörungen mit Verkürzung des Radius, radialer Abweichung der Hand und Hypervalgus im Ellbogengelenk gewarnt.

Die Prognose der Radiusköpfchenfrakturen ist günstig, falls sie frühzeitig behandelt werden. Als Folge des Traumas kommt es zwar nach Terlep trotz optimaler Therapie fast immer zu einem vorzeitigen Schluß der Epiphysenfuge und zu einer deutlichen Verplumpung des Köpfchens. Diese Veränderungen haben aber keinen Einfluß auf die Funktion. Eine verspätete Behandlung, ungenügende oder unterlassene Reposition eines stark dislozierten Capitulum können jedoch zu erheblichen Wachstumsstörungen und Funktionseinschränkungen im Ellbogenge-

lenk führen. Matzner beschreibt als wichtigste derartige Komplikationen: Einschränkung der Drehbewegung durch Verknöcherung um das Radiusköpfchen, Behinderung der Beuge- und Streckfähigkeit durch Brückenkallus von der Ulna zum Radius (besonders bei ulnar abgekipptem Capitulum), Relaxation des Köpfchens und motorische Radialislähmung. Außerdem werden als mögliche Folgen unzulänglicher Behandlung noch erwähnt: exzessiver Valgus mit Pronationseinschränkung (Fahey), Arthrosis deformans, Myositis ossificans durch ein zu lange unter Druck stehendes Hämatom (Baumann) und Verknöcherung des Kapselbandapparates (Cotta).

4. Frakturen des Olecranon

Die isolierte Olecranonfraktur entsteht durch Sturz auf den gebeugten Ellbogen oder durch Stoß gegen das Olecranon. Sie ist bei Kindern selten. In Verbindung mit Luxation des Gelenkes, Frakturen des Radiusköpfchens oder auch mit dem Abbruch des Proc.coronoideus ulnae tritt sie häufiger auf.

Nach Ehalt, Witt und Rettig handelt es sich bei der isolierten Olecranonfraktur meist um kleine Epiphysenabsprengungen, so daß das Gelenk nicht betroffen wird. Es kann aber auch zum Quer- oder Längsbruch kommen, wobei dann das Fragment durch den Zug der Tricepssehne mehr oder weniger weit nach hinten oben disloziert und die Kontinuität des Gelenkes gestört wird.

Bei geringer Dislokation des Bruchstückes und erhaltener Streckfunktion genügt nach Baumann, J.Böhler, L.Böhler, Lutzeyer und Guse, Matti, Matzner die einfache Ruhigstellung im Extensionsgips. Blount, Ehalt, Grob, Morger halten auch bei stark dislozierten Frakturen ein operatives Vorgehen im Kindesalter nicht für nötig. Dagegen sind manche Autoren der Ansicht, daß Olecranonbrüche mit erheblicher Diastase und Ausfall des Bandstreckapparates auch bei Kindern eine operative Behandlung erfordern. So empfehlen Grob, Matzner die subperiostale Naht mit Perlon, Seide oder Draht. Baumann, L.Böhler, Künzli, Watson-Jones wenden die einfache Drahtcerclage oder eine U-Naht an. Frakturen mit entsprechend großem Bruchstück können nach Baumann, Matti, Vick, Watson-Jones erfolgreich mit Spickdraht oder Schraube versorgt werden. J.Böhler, Witt und Walcher führen bei älteren Kindern auch die Zuggurtungsosteosynthese nach Weber durch, die von der Arbeits-

gemeinschaft für Osteosynthesefragen (= AO, Schweiz) für die Fixation dislozierter Olecranonfrakturen vorgeschlagen wird.

Ziel der operativen Maßnahmen ist die Wiederherstellung einer stufenlosen Gelenkfläche, da sonst mit Sicherheit ein frühzeitiger Verschleiß einsetzt (Matzner).

D. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Allgemeiner Teil

1. Arbeitsmethode und statistische Methodik

Das Material dieser Arbeit - 113 Ellbogenfrakturen bei Kindern bis zu 14 Jahren - wurde mit Hilfe der vorhandenen Krankenblätter und Röntgenbilder ausgewertet. Diese Unterlagen lieferten die Angaben über das Alter und Geschlecht der Patienten, den Zeitpunkt des Unfalls, den klinischen und röntgenologischen Befund bei Aufnahme und Entlassung sowie über die therapeutischen Maßnahmen und den Heilverlauf.

Sämtliche Patienten wurden zur klinischen und röntgenologischen Nachkontrolle in die Klinik einbestellt. Bei der klinischen Untersuchung wurden - immer im Vergleich zur gesunden Seite - der Armwinkel bestimmt, die Funktion des Gelenkes geprüft und Umfangmessungen an Oberarm, Ellbogen, Unterarm, Handgelenk und Mittelhand durchgeführt. Außerdem wurde nach sicht- und tastbaren Deformierungen des Gelenkes, nach subjektiven Beschwerden und neurologischen Störungen gefahndet. Zur röntgenologischen Untersuchung wurde von jedem Patienten ein a.p.- und ein Seitbild sowohl des verletzten als auch des gesunden Ellbogengelenkes angefertigt und begutachtet.

Zur statistischen Beurteilung und Auswertung der Untersuchungsergebnisse, sofern die notwendigen Voraussetzungen dazu gegeben waren, wurde der χ^2 -Test (Chiquadrat) benutzt (L.Sachs). Dieser Test ermöglicht den Vergleich von Häufigkeitsverteilungen zwischen bestimmten Gruppen, indem geprüft wird, ob eine beobachtete Verteilung mit einer erwarteten Verteilung übereinstimmt (= Nullhypothese) oder mehr als zufällig von ihr abweicht (= Alternativhypothese; es besteht ein statistisch nachweisbarer Unterschied).

Die Prüffunktion χ^2 errechnet sich nach der Formel:

$$\chi^2 = \sum \frac{(B - E)^2}{E}$$

Wird mit Hilfe des χ^2 -Tests zwischen beobachteter und erwarteter Verteilung ein statistisch nachweisbarer Unterschied festgestellt, so wird dieses Ergebnis bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 1\%$ als signifikant, bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 5\%$ als auffällig bezeichnet.

Die Beurteilung des errechneten χ^2 -Wertes erfolgt an Hand der Tabelle für die χ^2 -Verteilung, wobei außer der vorgegebenen Irrtumswahrscheinlichkeit noch die Anzahl der Freiheitsgrade berücksichtigt werden muß. Diese errechnet sich nach:

$$FG = (\text{Zeilenzahl}-1) \cdot (\text{Spaltenzahl}-1).$$

Die Tabellen dieser Arbeit, die mit dem χ^2 -Test geprüft werden, enthalten folgende Werte:

B = Beobachtungswert (beobachtete Häufigkeit),

E = Erwartungswert (theoretisch erwartete Häufigkeit),
errechnet nach der Formel:

$$\frac{\text{Zeilensumme} \cdot \text{Spaltensumme}}{\text{Gesamtsumme}} \quad (\text{in Tab. 7, 10, 12, 20) oder nach}$$

$$\frac{\text{Gesamtzahl der Fälle}}{\text{Zahl der Gruppen}} \quad (\text{in Tab. 1, 2, 3}),$$

$$\frac{(B-E)^2}{E} = \text{Teil-}\chi^2 \text{ für jedes Einzelfeld der Tabelle.}$$

Unter jeder Tabelle werden außerdem angegeben:

χ^2 = Gesamt- χ^2 , errechnet aus der Summe der Teilchiquadrate, (bzw. $\hat{\chi}^2$ bei erforderlicher Yates-Korrektur, s. Sachs),

FG = Anzahl der Freiheitsgrade,

p = vorgegebene Irrtumswahrscheinlichkeit in %, in Klammer dahinter der aus der Anzahl der Freiheitsgrade und der vorliegenden Irrtumswahrscheinlichkeit resultierende Tabellenwert für χ^2 .

Als Beispiel der Testanwendung diene die ausführliche Beschreibung der Tabelle 1.

2. Materialübersicht

Im Zeitraum von Januar 1958 bis Dezember 1967 wurden in der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz 113 Stückbrüche des Ellbogengelenkes bei Kindern bis zu 14 Jahren behandelt. Mit Hilfe der folgenden Tabellen wird die Alters-, Geschlechts- und Seitenverteilung der Frakturen statistisch untersucht.

Tab. 1 Häufigkeit der Frakturen in den Altersgruppen

Alter in Jahren	Z a h l d e r F r a k t u r e n		
	E	B	Teil- χ^2
3 - 4	18,83	10	4,141
5 - 6	18,83	17	0,178
7 - 8	18,83	22	0,534
9 - 10	18,83	23	0,923
11 - 12	18,83	23	0,923
13 - 14	18,83	18	0,037
Summe		113	6,736

$$\chi^2 = 6,736 \quad \text{FG} = 5 \quad p > 5\% (11,071)$$

Ausführliche Beschreibung der Tabelle als Beispiel für die Anwendung des χ^2 -Tests:

Das aus der Summe der Teil- χ^2 errechnete Gesamt- χ^2 liegt mit 6,736 weit unter dem Tabellenwert für χ^2 bei 5 Freiheitsgraden und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 5\%$ (11,071). Somit läßt sich zwischen beobachteter (Beobachtungswerte B) und erwarteter (Erwartungswerte E) Frakturhäufigkeit in den einzelnen Altersgruppen ein statistisch nachweisbarer Unterschied nicht feststellen.

Von insgesamt 113 Ellbogenfrakturen wurde keine bei Kindern in den ersten beiden Lebensjahren beobachtet. 10 bzw. 17 Kinder waren zur Zeit des Unfalls 3-4 und 5-6 Jahre alt. Im Alter von 7-8 Jahren kam es mit 22 Fällen zu einem geringen Anstieg der Frakturhäufigkeit. Diese blieb bis zum 12. Lebensjahr auf gleicher Höhe (23 Fälle) und sank in den letzten beiden Altersstufen wieder auf 18 ab. Diese rein zahlenmäßigen Unterschiede liegen jedoch auf Grund des statistischen Tests im Zufallsbereich.

Tab. 2 Häufigkeit der Frakturen bei Knaben und Mädchen

Geschlecht	Z a h l d e r F r a k t u r e n		
	E	B	Teil- χ^2
Knaben	56,5	67	1,951
Mädchen	56,5	46	1,951
Summe		113	3,902

$$\chi^2 = 3,902 \quad FG = 1 \quad p < 5\% (3,841)$$

Auf Grund des errechneten χ^2 - Wertes kann ein auffälliger Unterschied zwischen beobachteter und erwarteter Verteilung der Knaben und Mädchen festgestellt werden.

Knaben erlitten mit 67 von 113 Kindern häufiger eine Ellbogenfraktur als Mädchen (46).

Tab. 3 Seitverteilung der Frakturen

verletzter Arm	Z a h l d e r F r a k t u r e n		
	E	B	Teil- χ^2
rechts	56,5	50	0,797
links	56,5	63	0,797
Summe		113	1,594

$$\chi^2 = 1,594 \quad FG = 1 \quad p > 5\% (3,841)$$

Von den 113 Patienten hatten sich 50 den rechten und 63 den linken Arm verletzt. Ein wesentlicher Unterschied in der Seitenverteilung kann statistisch nicht gefunden werden.

3. Unfallanamnese

Die Untersuchung der Unfallursachen brachte folgendes Ergebnis:

Tab. 4 Verteilung der Unfallursachen

Spielunfall	65 Pat.
Sportunfall	17 Pat.
häuslicher Unfall	10 Pat.
Verkehrsunfall	5 Pat.
keine Angabe	16 Pat.
Summe	113

Demnach bilden die Spielunfälle mehr als die Hälfte aller Ursachen kindlicher Frakturen des Ellbogengelenkes. Sportunfälle waren wesentlich seltener, auch häusliche Unfälle (Treppensturz, Fall von Tisch oder Stuhl) kamen nicht oft vor. Den geringsten Teil aller Unfallursachen machten die Verkehrsunfälle aus.

Wie die Ellbogenfrakturen zustande kamen, geht aus der folgenden Tabelle hervor:

Tab. 5 Unfallmechanismus der Frakturen

Sturz auf den Ellbogen	53 Pat.
Sturz auf den Arm	42 Pat.
Sturz auf die Hand	15 Pat.
<u>keine Angabe</u>	<u>3 Pat.</u>
Summe	113

Die Frakturen ereigneten sich zu etwa gleichen Teilen durch direkte (Sturz auf den Ellbogen) und indirekte Gewalteinwirkung (Sturz auf Arm und Hand).

4. Aufnahme-Befund

a) klinisch

Die klinische Untersuchung bot außer den unsicheren Zeichen einer Knochenverletzung bei durchweg allen Patienten (Schwellung des Gelenkes, Druck- und Bewegungsschmerz, Bewegungseinschränkung) keine Besonderheiten. Gelenkdeformierungen wurden nur bei insgesamt 18 Patienten beobachtet. Nur in einem Fall wurde eine traumatisch bedingte Radialis- und Ulnarisparese in Verbindung mit starkem Gelenkhämatom festgestellt. Offene Frakturen oder sonstige Komplikationen kamen nicht vor.

b) röntgenologisch

Von den insgesamt 113 Ellbogenfrakturen betrafen:

- 78 das distale Humerusende, davon
 - 45 den Bereich des Condylus radialis humeri und
 - 33 den Bereich des Condylus ulnaris humeri,
- 23 das proximale Radiusende,
- 12 das proximale Ulnaende.

Die 45 Frakturen im Bereich des lateralen Humerusendes teilen sich auf in 42 Brüche des Condylus radialis (= 37,2%) und 3 Brüche des Epicondylus radialis (= 2,6%). Die 33 Knochenverletzungen im Bereich des medialen Humerusendes umfassen 27 Brüche des Epicondylus ulnaris (= 23,9%) und 6 Brüche des Condylus ulnaris (= 5,3%). Bei den Verletzungen des proximalen Radiusendes handelt es sich um Frakturen des Radiusköpfchens oder -halses (20,4%), und am proximalen Ulnaende war bis auf 1 Abriß des Proc.coronoideus ulnae (= 0,9%) das Olecranon betroffen (9,7%).

Nach dem Schweregrad der Verletzung sind folgende Frakturtypen zu unterscheiden:

Infraktionen.....	25
Frakturen ohne Dislokation.....	14
Frakturen mit geringer Dislokation...	27
Frakturen mit starker Dislokation....	<u>47</u>

113

Als Frakturen mit geringer Dislokation wurden solche bezeichnet, bei denen 1.) die Seitverschiebung des Bruchstückes nicht mehr als 2 mm betrug und 2.) eine Kippung oder Verdrehung des Fragmentes bis zu 20° vorlag. Alle Brüche, bei denen das Bruchstück mehr als 2 mm zur Seite verschoben bzw. um mehr als 20° verkippt oder verdreht war, wurden zu den Frakturen mit starker Dislokation gezählt.

Isolierte und kombinierte Frakturen

Bei der überwiegenden Anzahl der Ellbogenfrakturen handelte es sich um isolierte Verletzungen eines Gelenkteiles (97). Kombinierte Frakturen, d.h. solche, bei denen gleichzeitig verschiedene Teile des gleichen Gelenkes betroffen waren, kamen 16 mal vor. Als häufigste Kombination ist die Verbindung von Brüchen des Radiusköpfchens mit denen des proximalen Ulnaendes zu nennen (7 von 16). Bei 6 Patienten lagen gleichzeitige Frakturen im Bereich des lateralen und medialen Humeruskondyls vor. Die restlichen 3 kombinierten Brüche waren solche des Olecranons mit dem medialen Condylus (2) und des Proc.coronoideus ulnae mit dem Condylus radialis (1).

Luxationsfrakturen

Ellbogenfrakturen mit gleichzeitiger Luxation eines oder beider Vorderarmknochen wurden bei 16 von 113 Kindern festgestellt (= 15%). In den meisten Fällen handelte es sich um eine Luxation der Ulna nach radial und dorsal, häufig waren Radius und Ulna luxiert. Eine isolierte Verrenkung des Radius wurde nicht beobachtet.

Bemerkenswerterweise waren die Ellbogenluxationen ausschließlich mit Frakturen des distalen Humerusendes verbunden, 10 von ihnen mit Brüchen des radialen und die übrigen 6 mit solchen des medialen Condylus.

Bei Kindern unter 10 Jahren waren die Luxationsfrakturen sehr selten: 2 bei 9jährigen und 1 bei einem 6jährigen Kind. In den Altersstufen unter 6 Jahren kamen Luxationsfrakturen nicht vor.

Knöcherner Begleitverletzungen

Mehrfachverletzungen der oberen Extremität traten bei 12 Patienten auf. So hatten 7 Kinder außer der Ellbogenverletzung eine supracondyläre Humerusfraktur und jeweils 2 Kinder eine Radiusfraktur an typischer Stelle und eine Ulnafraktur im proximalen Drittel.

Von 3 Patienten, die einen Verkehrsunfall erlitten hatten, zeigten 2 zusätzliche Knochenverletzungen im Bereich des Ober- und Unterschenkels. Bei der 3. Patientin lag eine ganze Serie von Knochenbrüchen vor: Os frontale, Clavicula, Femur, 1. Rippe und schließlich noch eine supracondyläre Humerusfraktur über dem verletzten Ellbogen.

5. Therapie

Von unseren 113 Patienten wurden 89 konservativ und 24 operativ behandelt.

Die konservative Methode bestand bei den Infraktionen, den Frakturen ohne und den meisten Brüchen mit geringer Dislokation lediglich in einer Ruhigstellung des verletzten Gelenkes in mittlerer Beugung entweder durch eine dorsale Gipslonguette oder einen zirkulären Oberarmgipsverband. Die Dauer der Fixation betrug in der Regel 2-4 Wochen, in einigen Fällen auch länger. Gering dislozierte Frakturen mit begleitender Luxation machten eine konservative Reposition erforderlich.

Von den 47 stark verschobenen Brüchen wurden 8 ohne Reposition im Gipsverband ruhiggestellt (6 Abrisse des Epic. uln., 2 Radiusköpfchenfrakturen) und 15 geschlossen reponiert. Die übrigen 24 Frakturen wurden operativ behandelt. Bei 19 Patienten erfolgte die offene Einrichtung primär, bei 5 Patienten erst nach Mißlingen der konservativen Reposition. Verspätet operiert wurden 2 Fälle (4 bzw. 6 Wochen nach der Verletzung).

Zur Osteosynthese dienten: Kirschnerdrähte, Nägel, Schrauben.

6. Entlassungs-Befund

Bei 77 Kindern war die Fraktur am Ende der Behandlung röntgenologisch in achsengerechtem Stand knöchern verheilt, die übrigen 36 Brüche zeigten noch mehr oder weniger starke Dislokation. In 10 Fällen war das Bruchstück nur fibrös gebunden (Frakturen des Epic. uln.), und bei 10 Patienten wurden bereits beginnende Wachstumsstörungen festgestellt (Armwinkelfehlstellungen, Deformierungen des Gelenkes, Unregelmäßigkeiten der Knochenstruktur).

Vergleich zwischen röntgenologischem Aufnahme- und Entlassungsbefund:

Die 25 Infraktionen und die 14 primär nicht dislozierten Brüche waren am Ende der Behandlung achsengerecht verheilt. Die primäre Dislokation der übrigen 74 Frakturen konnte in 38 Fällen ausgeglichen werden, in 36 Fällen jedoch nicht. Das röntgenologische Therapieergebnis dieser 74 Frakturen stellt die folgende Tabelle dar:

Tab. 6 Röntgenologisches Therapie-Ergebnis der 74 primär dislozierten Frakturen.

Therapie	Aufnahmebefund	Fall- zahl	Entlassungsbefund		
			achsen- gerecht	gering disloz.	stark disloz.
1. Gips ohne Reposition	a) gering disloz.	21	9	12	-
	b) stark disloz.	8	-	3	5
2. Kons. Repos. + Gips	a) gering disloz.	6	4	2	-
	b) stark disloz.	15	3	1	11
3. Operat. Rep. + Gips	stark disloz.	24	22	2	-
Summe		74	38	20	16

Wie aus der Tabelle hervorgeht, zeigten von 21 gering dislozierten Frakturen, die lediglich im Gipsverband ruhiggestellt wurden, 9 am Ende der Behandlung achsengerechten und 12 weiterhin gering dislozierten Fragmentstand. Bei 3 der 8 in gleicher Weise behandelten stark dislozierten Brüchen war bei der Entlassung nur noch eine geringe Verschiebung festzustellen, während bei den übrigen 5 Brüchen das Fragment in unveränderter Dislokation verblieben war. Die konservative Reposition mit anschließender Gipsfixation hatte gute Ergebnisse bei den 6 gering verschobenen Frakturen (4 achsengerecht, 2 unverändert), bei den 15 Brüchen mit starker Dislokation war jedoch nur in 4 Fällen ein erfreuliches Resultat zu verzeichnen (3 achsengerecht, 1 gering disloziert), während 11 Frakturen in unverändert stark dislozierter Stellung verheilten. Sehr gut waren dagegen die Erfolge der 24 operativ versorgten, stark dislozierten Brüche, bei denen am Ende der Behandlung nur in 2 Fällen noch eine geringfügige Fragmentverschiebung bestand.

7. Nachuntersuchungsergebnisse

96 von 113 Patienten konnten nachuntersucht werden. Zwischen Unfall und Zeitpunkt der Nachkontrolle lagen bei 44 Patienten 1-2 und bei 52 Patienten 3-10 Jahre.

Die Gesamtbewertung der klinischen und röntgenologischen Nachuntersuchungsbefunde für jeden einzelnen Patienten geschah in Anlehnung an die von MORGER aufgestellten Richtlinien:

sehr gut	Fraktur klinisch und röntgenologisch folgenlos verheilt, kein Unterschied zur Gegenseite,
gut	Bewegungseinschränkung bis 10° , Verlust oder Zunahme des physiologischen Valgus bis 10° ,
genügend	Bewegungseinschränkung bis 15° , Verlust oder Zunahme des physiologischen Valgus bis 15° ,
schlecht	Bewegungseinschränkung über 15° , Verlust oder Zunahme des physiologischen Valgus über 15° , röntgenologisch erhebliche Wachstumsstörungen.

Von den 96 nachuntersuchten Ellbogenfrakturen hatten 51 ein sehr gutes, 32 ein gutes, 3 ein genügendes und 10 ein schlechtes Gesamtergebnis.

Die Bewertung "schlecht" war in 6 Fällen bedingt durch starke Funktionseinschränkung mit entsprechenden Gelenkschäden, in 2 Fällen durch erhebliche Gelenkveränderungen bei nur gering behinderter Funktion und in 2 weiteren Fällen durch hochgradige Varusfehlstellungen des Armes. Bei den beiden letztgenannten Patienten hatte schon bei der Aufnahme ein auffälliger Varusknick (10 bzw. 15°) bestanden, als Folgezustand einer vorangegangenen, schlecht verheilten supracondylären Humerusfraktur.

Die Beziehung der Nachuntersuchungsergebnisse zum Zeitpunkt der Nachkontrolle wird in Tabelle 7 geprüft. Zur Durchführung des χ^2 -Tests mußten wegen der geringen Fallzahl die Jahre zwischen Unfall und Nachuntersuchung zu den beiden Gruppen 1-2 und 3-10 Jahre zusammengefaßt und die Heilungsergebnisse in die 3 Gruppen sehr gut, gut, genügend/schlecht eingeteilt werden.

In dieser Aufstellung wie auch in den folgenden Tabellen, die sich auf die Spätresultate beziehen, werden die beiden schlechten Ergebnisse, die durch die Folgen einer früher erlittenen supracondylären Humerusfraktur mitbedingt sind, nicht berücksichtigt, so daß die Gesamtsumme statt 96 nur 94 beträgt.

Tab. 7 Nachuntersuchungsergebnisse und Zeitpunkt der Nachkontrolle

Zeitraum zw.Unfall u.Nach- kontrolle	Nachuntersuchungsergebnisse									Summe
	sehr gut			gut			genüg./schlecht			
	E	B	Teil- χ^2	E	B	Teil- χ^2	E	B	Teil- χ^2	
1 - 2 J.	22,79	23	0,001	14,30	15	0,034	4,91	4	0,168	42
3 - 10 J.	28,21	28	0,001	17,70	17	0,022	6,09	7	0,119	52
Summe		51			32			11		94

$$\chi^2 = 0,345 \quad FG = 2 \quad p > 5\% (5,991)$$

Der χ^2 -Test zeigt keine unterschiedliche Verteilung der Nachuntersuchungsergebnisse bei verschiedenen Zeitpunkten der Nachkontrolle. Für die Beurteilung der Heilungsergebnisse im eigenen Krankengut war es folglich gleichgültig, ob die Nachuntersuchung nach einem kurzen (1-2 Jahre) oder einem längeren Zeitraum (3-10 Jahre) stattfand.

Von 42 Frakturen, die 1-2 Jahre nach dem Unfall untersucht wurden, verheilten 23 sehr gut, 15 gut, 4 genügend und schlecht. Etwa gleiche Zahlenverhältnisse boten die 52 Brüche, die 3-10 Jahre nach der Verletzung zur Nachuntersuchung kamen: 28 sehr gute, 17 gute, 7 genügende und schlechte Ergebnisse.

In der folgenden Tabelle sind die Nachuntersuchungsergebnisse in Beziehung zum primären Fragmentstand (= Frakturtyp) und zur Therapie dargestellt:

Tab. 8 Nachuntersuchungsergebnisse in Beziehung zum Frakturtyp und zur Therapie

Frakturtyp	Therapie	Fall- zahl	Nachuntersuchungsergebnisse			
			sehr gut	gut	genüg.	schlecht
1. nicht disloz. Fraktur	Gips ohne Reposit.	28	20	8	-	-
2. gering disloz. Fraktur	a) Gips ohne Reposit.	19	11	8	-	-
	b) kons. Repos. + Gips	5	4	1	-	-
3. stark disloz. Fraktur	a) Gips ohne Reposit.	8	2	6	-	-
	b) kons. Repos. + Gips	12	2	5	2	3
	c) sofort. OP + Gips	20	12	4	1	3
	d) verspät. OP + Gips	2	-	-	-	2
Summe		94	51	32	3	8

Die Tabelle zeigt, daß Brüche ohne oder mit geringer primärer Dislokation sowohl nach einfacher Gipsfixation als auch nach konservativer Reposition mit anschließender Ruhigstellung in Gips ausnahmslos sehr gute und gute Heilungsergebnisse hatten. Genügende und schlechte Resultate wurden nur als Folge primär stark dislozierter Frakturen festgestellt, und zwar bei 11 von insgesamt 42 Verletzungen. Überraschend gut waren die Heilungserfolge von 8 nur mit Gipsverband versorgten stark dislozierten Brüchen (2 sehr gute, 6 gute), bei denen es sich durchweg um Verletzungen des Epic. ulnaris handelte. Die Nachuntersuchungsergebnisse der 12 konservativ reponierten Frakturen (nur 2 sehr gute, 5 gute, 2 genügende und 3 schlechte) waren deutlich ungünstiger als die der 20 sofort operierten Brüche (12 sehr gute, 4 gute, 1 genügendes und 3 schlechte), die der verspätet operierten Patienten in beiden Fällen schlecht.

Einfluß der Nachbehandlung auf das Heilungsergebnis der Frakturen

Bei insgesamt 11 Patienten wurde eine Nachbehandlung in Form von Massagen, Heißluft und Bädern durchgeführt. 9 Patienten konnten nachuntersucht werden, davon hatten 4 ein sehr gutes, je 1 ein gutes und

genügendes und 3 ein schlechtes Gesamtergebnis. Während es sich bei den 4 folgenlos verheilten Frakturen - mit Ausnahme eines operativ versorgten Abbruchs des Epic. ulnaris - um primär geringfügige Verletzungen handelte, waren die 3 schlechten Ergebnisse (starke Funktionseinschränkung) Folgezustände schwer dislozierter Brüche des Radiusköpfchens und des Cond. radialis.

Einfluß der Begleitverletzungen im Ellbogenbereich auf das Heilungsergebnis der Frakturen

7 Ellbogenfrakturen mit begleitender supracondylärer Humerusfraktur hatten bei der Nachuntersuchung 5 sehr gute und 2 genügende Gesamtbefunde. Die Resultate der 14 Luxationsfrakturen waren nicht so gut: 4 sehr gute, 6 gute und 4 schlechte.

Funktion

Die Beweglichkeit im Ellbogengelenk war bei 74 Patienten frei, bei 13 Patienten geringgradig ($5-10^{\circ}$), bei 3 Patienten mäßig ($11-15^{\circ}$) und nur bei 6 Patienten erheblich ($16-90^{\circ}$) eingeschränkt.

Tabelle 9 zeigt die Funktionsbeeinträchtigungen im einzelnen:

Tab. 9 Bewegungseinschränkungen im Ellbogengelenk

Art der Bewegungseinschränkung	Fallzahl	Ausmaß der Bewegungseinschränkung		
		$5-10^{\circ}$	$11-15^{\circ}$	$16-90^{\circ}$
1. Beugung	13	11	-	2
2. Streckung	10	5	2	3
3. Pronation	5	3	-	2
4. Supination	5	1	-	4

In den meisten Fällen handelte es sich um eine Behinderung der Beugung (13) oder Streckung (10). Pronation und Supination waren nur selten gestört (je 5 Fälle).

Bei einigen Patienten kamen kombinierte Bewegungseinschränkungen vor. So zeigten z.B. 5 Patienten gleichzeitige Beuge-, Streck- und Rotationshemmung.

Tab. 10 Vergleich des funktionellen Resultates bei Frakturen mit und ohne Luxation

Frakturart	Beweglichkeit im Ellbogengelenk						Summe
	frei			eingeschränkt			
	E	B	Teil- χ^2	E	B	Teil- χ^2	
Fraktur ohne Luxation	63,21	67	0,227	18,79	15	0,764	82
Fraktur mit Luxation	10,79	7	1,331	3,21	7	4,443	14
Summe		74			22		96

$$\chi^2 = 6,765 \quad \hat{\chi}^2 = 5,129 \quad FG = 1 \quad p < 5\% (3,841)$$

Luxationsfrakturen gehen, wie der Test ergibt, auffällig häufiger mit einer Bewegungseinschränkung einher als Brüche ohne Verrenkung.

Von den insgesamt 14 Patienten, bei denen die Ellbogenfraktur mit einer Luxation verbunden war, zeigten 7 eine Hemmung der Gelenkbeweglichkeit. Dagegen ließ sich bei 82 Patienten mit Frakturen ohne gleichzeitige Luxation nur 15 mal eine Funktionseinschränkung des betroffenen Gelenkes feststellen.

Armwinkel

Die Zahl der Patienten mit Veränderungen des physiologischen Armwinkels war relativ hoch, nämlich 32, d.h. genau 1/3 aller Nachuntersuchten. Dabei waren allerdings die meisten Fehlstellungen sehr gering. Nur 8 erreichten ein kosmetisch bzw. funktionell störendes Ausmaß:

Tab. 11 Armwinkelveränderungen

Armwinkel	normal	Devalgisierung		Varus			Valgus			Summe
		5°	10°	5°	10°	20°	5°	10°	15°	
Fallzahl	64	9	4	4	1	1	8	5	2	96

In den meisten Fällen (19 von 32) handelte es sich um eine Abnahme des physiologischen Valgus, die bei 6 Patienten bis zur Varusfehlstellung ging. Die übrigen 13 Fälle wiesen eine Valgusvermehrung auf, die 15° nicht überstieg.

In der folgenden Tabelle werden die beobachteten Armwinkelfehlstellungen zur Frakturlokalisation in Beziehung gesetzt:

Tab. 12 Armwinkelfehlstellungen und Frakturlokalisation

Fraktur- lokalisation	Armwinkel						Summe
	physiologisch			verändert			
	E	B	Teil- χ^2	E	B	Teil- χ^2	
Bereich des Cond.rad.	24,67	16	3,128	12,33	21	6,090	37
Bereich des Cond.uln.	20,00	23	0,450	10,00	7	0,900	30
prox.Radius- u.Ulnaende	19,33	25	1,663	9,67	4	3,324	29
Summe		64			32		96

$$\chi^2 = 15,555 \quad FG = 2 \quad p < 1\% (9,210)$$

Aus der Gesamttabelle ergibt sich ein signifikantes χ^2 . Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß bei Brüchen des Cond.radialis weit häufiger als erwartet Armwinkelfehlstellungen auftraten (Teil- χ^2 : 6,090), bei Brüchen des proximalen Radius- und Ulnaendes die Zahl der Armwinkelveränderungen dagegen deutlich unter dem entsprechenden Erwartungswert lag (Teil- χ^2 : 3,324).

Von den 37 Frakturen des Cond.radialis heilten nur 16 mit normalem Armwinkel aus, 21 Patienten hatten eine Fehlstellung des verletzten Armes (wenn auch meist nur geringen Grades). Damit entfallen weit mehr als die Hälfte (21 von 32) aller Armwinkelveränderungen auf diese Frakturgruppe. Bei den Brüchen im Bereich des Cond.ulnaris war die Zahl der Fehlstellungen mit 7 von 30 Fällen deutlich geringer. Im Bereich des proximalen Radius- und Ulnaendes waren nur 4 von 29 Frakturen mit einer Fehlstellung verheilt.

Die Beziehung der Armwinkelfehlstellungen bei der Nachuntersuchung zum Fragmentstand der Frakturen am Ende der Behandlung zeigt die folgende Tabelle:

Tab. 13 Armwinkelfehlstellungen bei der Nachuntersuchung in Beziehung zum Fragmentstand der Frakturen am Ende der Behandlung

Fragmentstand am Ende der Behandlung	Armwinkelfehlstellungen			Summe
	keine	bis 5°	über 5°	
achsengerecht	48	9	8	65
gering disloziert	12	6	1	19
stark disloziert	4	2	6	12
Summe	64	17	15	96

Wie aus der Aufstellung hervorgeht, waren Armwinkelfehlstellungen nicht nur bei disloziert, sondern auch bei achsengerecht verheilten Brüchen anzutreffen. Während jedoch bei stark disloziert verheilten Frakturen in der Hälfte der Fälle Armwinkelveränderungen auftraten, die über 5° hinausgingen (6 von 12), waren solche bei achsengerecht oder nur gering disloziert verheilten Brüchen vergleichsweise seltener (8 von 65 bzw. 1 von 19).

Röntgenbefund

Bei der Beurteilung der Röntgenbilder fiel auf, daß nur bei einem geringen Anteil der Patienten die Ellbogenfraktur ohne jegliche Folgen verheilt war (34 von 96). Schwere Wachstumsstörungen und Spätkomplikationen wie Gelenkdeformierungen, Pseudarthrose, Zerstörung des Epiphysenknorpels, Arthrose waren selten (insgesamt bei 8 Patienten). Sehr häufig ließen sich dagegen Gelenkveränderungen feststellen, die durch ein mehr oder weniger starkes Reizwachstum verursacht worden waren. So waren z.B. eine Verschmälерung bzw. ein vorzeitiger Verschuß der Epiphysenfugen der verletzten gegenüber der gesunden Seite zu beobachten, eine Hypertrophie vorwiegend des Radiusköpfchens (bei Frakturen des Cond.rad.) und des Cond.radialis, seltener des ulnaren Gelenkanteils. Bei 15 Patienten erreichte der Condylus radialis durch dieses Mehrwachstum eine solche Größe, daß es zu einer Höckerbildung im lateralen Ellbogenbereich kam (laterale Protuberanz).

Muskelschwund

Ein Muskelschwund, meist am Oberarm, wurde bei 9 Patienten bemerkt. Die Differenz des Umfangs zwischen verletztem und gesundem Arm war nie größer als 2 cm und lag nur in 4 Fällen über 1 cm. Bei diesen Patienten lag gleichzeitig eine schwere Funktionsstörung des Ellbogengelenkes vor.

Subjektive Beschwerden

Subjektive Beschwerden wurden von 25 Patienten angegeben. Am häufigsten wurden Schmerzen nach starker Beanspruchung des verletzten Armes geäußert (11 mal). Bei 9 Patienten war das Ellbogengelenk druckempfindlich. Als weitere Beschwerden traten auf: Wetterfühligkeit,

Schmerzen bei maximaler Beugung oder Streckung, Kraftlosigkeit und rasche Ermüdbarkeit des betroffenen Gelenkes.

Neurologische Störungen

Parästhesien und Sensibilitätsstörungen (3 mal im Ulnaris- und 1 mal im Radialisbereich) wurden bei 4 Patienten beobachtet.

Tab. 14 Zusammenfassung der Nachuntersuchungsergebnisse

<u>B e f u n d</u>	<u>Zahl der Patienten</u>
<u>1. Funktion</u>	
frei	74
gering behindert (bis 10°)	13
mäßig behindert (bis 15°)	9
stark behindert (über 15°)	6
<u>2. Armwinkel</u>	
normal	64
Devalgisierung - Varus	19
Valgus	13
<u>3. Röntgenbefund</u>	
folgenlos verheilt	34
Reizwachstum	54
Wachstumsstörungen	8
<u>4. Tastbefund</u>	
normal	77
laterale Protuberanz	15
mediale Protuberanz	3
dorsale Protuberanz	1
<u>5. Muskelschwund</u>	9
<u>6. Subjektive Beschwerden</u>	25
<u>7. Sensibilitätsstörungen</u>	4

II. Spezieller Teil

1. Frakturen im Bereich des Condylus radialis humeri

Von den 45 Frakturen des lateralen distalen Humerusendes betrafen 42 den Condylus und 3 den Epicondylus radialis.

Brüche in diesem Gelenkbereich ereigneten sich häufiger bei Knaben (34) als bei Mädchen (11). Die Verteilung der Kinder in den 3 Altersgruppen war nahezu gleich: 3- 6 Jahre: 15 Kinder

7-10 "	:	18 "
11-14 "	:	12 "

Das jüngste Kind war zur Zeit des Unfalls 3, das älteste 14 Jahre alt. Der linke Arm war doppelt so oft verletzt wie der rechte (30/15).

Die Fraktur geschah zu etwa gleichen Teilen durch direkte und indirekte Gewalteinwirkung: 23 Patienten stürzten auf den Ellbogen, 20 auf den Arm und 1 auf die Hand. Bei 1 Patienten fehlt die Angabe des Unfallherganges.

Bei den meisten Brüchen handelte es sich um Infraktionen bzw. kleine, schalenförmige Aussprengungen aus dem Cond. radialis. 19 Frakturen waren stark disloziert. Reine Seitdislokationen kamen nur 2 mal vor, meist war das Fragment nach hinten, unten, außen verkippt oder verdreht.

Bei 10 Patienten lag neben der Fraktur eine Luxation des Ellbogengelenkes vor (8 mal nach dorso-radial, 2 mal nach dorso-ulnar), bei weiteren 7 Patienten bestand eine begleitende supracondyläre Humerusfraktur.

Therapie, Heilverlauf, Entlassungsbefund

Die Frakturen ohne Dislokation wurden ambulant behandelt, indem der verletzte Ellbogen in rechtwinkliger Beugung für 3-6 (meist 4) Wochen ruhiggestellt wurde. Der Heilverlauf war in all diesen Fällen komplikationslos.

Die 19 Frakturen mit Verschiebung des Fragmentes wurden stationär behandelt, 7 von ihnen konservativ, 12 operativ (Kippung und Verdrehung des Fragmentes bis 180°).

Die konservative Reposition erfolgte in allen 7 Fällen am Unfalltage. Bei 2 Patienten mit Luxationsfrakturen mißglückte die manuelle Einrichtung wegen der starken Schwellung des Gelenkes. Mehrere Tage nach dem Unfall wurde sie wiederholt, wobei in 1 Fall jedoch nur die

Luxation, nicht aber die Dislokation des Bruchstückes beseitigt werden konnte. Die Heilung verlief ohne Besonderheiten, bis auf einen Patienten, bei dem der Heilungsprozess erheblich verzögert und die Gelenkbeweglichkeit nach 7 Monaten Behandlungsdauer immer noch hochgradig eingeschränkt war. Röntgenologisch bestand bei 6 konservativ reponierten Frakturen am Ende der Behandlung noch eine Dislokation des Fragmentes, die nicht wesentlich geringer war als vor der Behandlung!

Bei 11 von 12 operativ behandelten Patienten wurde eine offene Reposition der stark verschobenen Fraktur durchgeführt. Dies geschah in 6 Fällen 24-36 Stunden, in weiteren 3 Fällen wegen der Schwellung des Gelenkes 8-9 Tage nach dem Unfall. Erheblich verspätet operiert wurden 2 Kinder (4 und 6 Wochen nach der Verletzung).

Zur Fixation des Bruchstückes benutzte man in der Mainzer Universitätsklinik in 6 Fällen 2 gekreuzte Kirschnerdrähte, 3 mal einen Metallstift und 2 mal eine Zugschraube. Die Dauer der Knochenfixation betrug 4-7 Wochen, bei einem Patienten wurde die Schraube erst nach 1 Jahr entfernt, und bei einem anderen Patienten befand sich ein Spickdraht noch bei der Nachuntersuchung (5 Jahre nach dem Unfall) im Humerusende.

Bei der Entlassung nach 5-11 Wochen war die Gelenkbeweglichkeit in den meisten Fällen noch endgradig behindert, die Fraktur knöchern durchgebaut und bis auf 2 Fälle, bei denen das Bruchstück noch gering disloziert war, in achsengerechtem Stand verheilt.

Bei dem 12. Fall von operativer Therapie handelte es sich um die Entfernung eines intracapsulären Callus-Tumors bei einem 8jährigen Mädchen (Pat.Nr.58, B.M., KrbI.Nr.3481), das 1/4 Jahr zuvor wegen einer supracondylären Humerusfraktur in einem auswärtigen Krankenhaus konservativ behandelt worden war. Eine kleine Knochenaussprengung aus dem Cond.radialis ins Gelenk hinein wurde damals übersehen und hatte nun zu weitgehender Gelenkversteifung geführt. 2 Jahre nach der bei uns durchgeführten Abmeißelung des Knochenzapfens war die Streckbehinderung nur noch gering, es bestanden jedoch erhebliche röntgenologische Gelenkveränderungen, die auf eine frühzeitige Arthrose hindeuten.

Die Nachbehandlung der Frakturen beschränkte sich in den letzten Jahren auf aktive Bewegungsübungen, bei länger zurückliegenden Frakturen wurden jedoch gelegentlich medicomechanische Maßnahmen wie

Lockerungs- bzw. Unterwassermassagen, Heißluft u.a. verordnet. Diese passive Nachbehandlung hat möglicherweise in 1 Fall das Endresultat ungünstig beeinflusst:

Pat.Nr.1, S.B., 11 J., KrbI.-Nr.08566 (vergl. Anhang, Abb.1)

Trümmerfraktur des linken Ellbogengelenkes mit gleichzeitiger Luxation und starker Dislokation des Cond.radialis. 2 Tage nach dem Unfall konservative Reposition, Gipsverband und Extension für 4 Wochen. Anschließend wegen noch erheblicher Bewegungseinschränkung 4 Wochen lang Bewegungsübungen und tägliche Massagen. Am Ende der Behandlung (8 Wochen nach dem Unfall) zeigte sich röntgenologisch bereits eine beginnende Varusfehlstellung. Die Funktion war immer noch stark behindert. Resultat nach 10 Jahren: Beugung 40° , Streckung 10° eingeschränkt, Torsionsfehler linker Oberarm, Cubitus varus (Differenz beider Armwinkel 20°). Röntgenologisch: Vergrößerung und Deformierung des distalen Humerusendes mit stark verbreitertem Cond.radialis (laterale Pro tuberanz), Proc.coronoides ulnae weit nach vorne vorragend. Die Patientin klagte über ziehende Schmerzen im Ellbogengelenk bei längerer Anstrengung.

Frühergebnisse der nicht nachuntersuchten Patienten

8 von 45 Patienten mit Frakturen im Bereich des Cond.radialis kamen trotz mehrfacher Aufforderung nicht zur Nachuntersuchung. In 6 Fällen handelte es sich um Infraktionen des Cond.radialis, die am Ende der Behandlung (nach 2-4 Wochen) klinisch und röntgenologisch folgenlos ausgeheilt waren. Bei 1 Patienten war die Infraktion mit einer Luxation verbunden, wodurch sich die Dauer der Behandlung auf 8 Wochen erstreckte. Auch diese Fraktur hatte ein sehr gutes Früheresultat. Der 8. Patient (Pat.Nr.35, M.W., 13 J., KrbI.-Nr.22369, Luxationsfraktur des Cond.radialis mit starker Verdrehung des Fragmentes) wurde 7 Monate nach dem Unfall mit hochgradiger Bewegungseinschränkung, Hypertrophie des Cond.radialis und einem Cubitus varus von 30° entlassen.

Nachuntersuchungsergebnisse der Frakturen des Condylus radialis

34 Patienten mit Frakturen des Cond.radialis wurden nachuntersucht. Die Gesamtbewertung der Befunde (vgl. Definition S. 21) 1-10 Jahre nach dem Unfall gibt folgende Aufstellung wieder:

sehr gut.....	11 Pat.
gut.....	13 "
genügend.....	3 "
schlecht.....	7 "

Bei den 11 Patienten mit sehr gutem Heilungsergebnis war - abgesehen von einer geringen, nur röntgenologisch sichtbaren Hypertrophie des Cond.radialis bzw. einer leichten Wachstumsbeschleunigung der Epiphysen im Frakturbereich - eine Restitutio ad integrum erfolgt.

Bei den 13 Patienten mit gutem Heilungsergebnis handelte es sich durchweg um Folgen des durch die Fraktur ausgelösten Reizwachstums des Cond.radialis: geringe Devalgisierung ($5-10^{\circ}$) und leichte Beugeeinschränkung ($5-10^{\circ}$). Bei 5 Patienten hatte der hypertrophierte Condylus zu einer sichtbaren Deformierung des lateralen Ellbogenbereiches geführt (laterale Protuberanz).

Die 3 genügenden Resultate waren gekennzeichnet durch stärkere Ausprägung der eben dargestellten Frakturfolgen: Armwinkeldifferenzen von 15° , die sich als Varusfehlstellungen manifestierten, deutlichere Funktionseinschränkung (15°) und kosmetisch auffällige Hypertrophie des Cond.radialis.

Das bei 7 Patienten festgestellte schlechte Gesamtergebnis war bedingt durch erhebliche Hemmung der Beuge-, Streck- und Drehbewegung ($16-80^{\circ}$), starke Armwinkeldifferenzen beider Seiten ($16-30^{\circ}$), laterale Protuberanz und röntgenologisch deutliche Wachstumsstörungen.

Die folgende Tabelle stellt die Heilungserfolge nach konservativer und operativer Therapie dar, unter Berücksichtigung des primären Frakturtyps (Fragmentstand bei der Aufnahme):

Tab. 15 Nachuntersuchungsergebnisse in Beziehung zum Frakturtyp und zur Therapie

Frakturtyp	Therapie	Fallzahl	Nachuntersuchungsergebnisse			
			sehr gut	gut	genüg.	schlecht
1. nicht disloz. Fraktur	Gips ohne Reposition	16	8	7	-	(1)
2. stark disloz. Fraktur	a) kons. Reposit. +Gips	7	-	2	2	3
	b) sofortige OP +Gips	9	3	4	1	(1)
	c) verspätete OP +Gips	2	-	-	-	2
Summe		34	11	13	3	7

Die Ergebnisse der 16 nicht dislozierten, nur mit Gipsfixation behandelten Frakturen waren, wie die Tabelle zeigt, sehr gut (8) und gut (7). Das 1 schlechte Resultat dieser Gruppe (Varus 20° , Gelenk-

deformierung) war z.T. die Folge einer schlecht verheilten supracondylären Humerusfraktur.

Konservativ reponiert wurden 7 stark dislozierte Frakturen. Die Resultate waren in je 2 Fällen gut und genügend, in 3 Fällen schlecht.

Die 9 sofort operierten Patienten zeigten dagegen mit 3 sehr guten, 4 guten, 1 genügenden und 1 schlechten Gesamtbefund wesentlich bessere Ergebnisse. Auch das 1 schlechte Resultat dieser Gruppe (Cubitus varus 15° , Supinationshemmung 15°) läßt sich teilweise auf eine supracondyläre Humerusfraktur zurückführen, die 5 Jahre vor der Verletzung des Cond. radialis aufgetreten und mit einem Varus von 10° verheilt war.

Die beiden verspätet operierten Frakturen waren sowohl funktionell als auch anatomisch unbefriedigend verheilt.

Heilungsergebnisse der Luxationsfrakturen

Keine der 7 Frakturen mit gleichzeitiger Luxation des Ellbogengelenkes verheilte ad integrum. 4 Patienten hatten ein gutes (Devalgisierung, Beugeeinschränkung 10°) und 3 ein schlechtes Resultat (starke Beuge- und Streckeinschränkung, deutliche Wachstumsstörungen).

Funktion

Die Ellbogenbeweglichkeit der 34 nachuntersuchten Patienten war in 21 Fällen frei, in 7 Fällen um $5-10^{\circ}$, in 3 Fällen um $11-15^{\circ}$ und in weiteren 3 Fällen um $16-80^{\circ}$ eingeschränkt. Tabelle 16 zeigt die Funktionsbeeinträchtigungen im einzelnen:

Tab. 16 Bewegungseinschränkungen bei Frakturen des Condylus radialis

Art der Bewegungseinschränkung	Fallzahl	Ausmaß der Bewegungseinschränkung		
		$5-10^{\circ}$	$11-15^{\circ}$	$16-80^{\circ}$
1. Beugung	9	7	-	2
2. Streckung	7	3	2	2
3. Pronation	1	-	-	1
4. Supination	3	1	1	1

Wie aus der Aufstellung hervorgeht, war am häufigsten eine Beuge- oder Streckhemmung zu beobachten (9 bzw. 7 Fälle), meist bedingt

durch Hypertrophie des Cond. radialis und des Radiusköpfchens. Einschränkungen der Pro- und Supination kamen nur selten vor (1 bzw. 3 Fälle).

Bei 3 Patienten wurde eine hochgradige kombinierte Einschränkung der Beugung, Streckung und Rotation beobachtet. Erstaunlich gut war das funktionelle Resultat in 3 Fällen mit erheblichen anatomischen Gelenkveränderungen. Die beiden schlechtesten funktionellen Resultate waren Folge verspätet operierter Frakturen:

Pat.Nr.108, N.K.H., 13 J., Krb.-Nr.21774 (vergl. Anhang, Abb.2)
In einem auswärtigen Krankenhaus konservative Reposition einer Luxationsfraktur des Cond. radialis, die hochgradige Dislokation des Bruchstückes blieb bestehen. 4 Wochen später in unserer Klinik blutige Reposition und Fixation mit 2 Spickdrähten. Der postoperative Verlauf war komplikationslos. Entfernung der Drähte nach 7 Wochen. Resultat nach 1 Jahr: Beugehemmung 45° , Streckhemmung 30° , Pronationseinschränkung 20° ; Devalgisierung 5° , Muskelschwund 2 cm am Oberarm. Keine Beschwerden, aber röntgenologische Veränderungen mit sicher schlechter Prognose: Aufhebung der normalen Knochenstruktur im distalen Humerusende, Condylus radialis im Wachstum zurückgeblieben, Radiusköpfchen kolbenförmig verdickt.

Bei dem 2. Fall von verspäteter Operation handelte es sich um einen Jungen (Pat.Nr.33, H.H.-J., 9 J., Krb.-Nr.27478), bei dem die Fraktur des Cond. radialis zunächst übersehen und erst 6 Wochen nach dem Unfall operativ reponiert und mit 2 Kirschnerdrähten fixiert worden war. Die Kontrolle nach 5 Jahren zeigte ein ähnliches funktionelles und röntgenologisches Ergebnis wie bei dem eben geschilderten Patienten. Ein im Humerusende verbliebener Spickdraht ist möglicherweise mitverantwortlich für die beobachtete Wachstumsstörung des Cond. radialis.

Armwinkel

Das Ergebnis der Armwinkel-Untersuchungen ist in der folgenden Tabelle aufgezeigt:

Tab. 17 Armwinkelveränderungen nach Frakturen des Cond. radialis

Armwinkel	normal	Devalgisierung		Varus			Valgus	
		5°	10°	5°	10°	20°	5°	10°
Fallzahl	13	9	4	4	1	1	1	1

Nur 13 von 34 Patienten konnten bei der Nachuntersuchung gleiche Armwinkel beider Seiten vorweisen. Bei den übrigen 21 Patienten bestanden mehr oder weniger starke Winkeldifferenzen zwischen verletztem und gesundem Arm. Nur 2 mal kam es zu einer Vermehrung des physiologischen Valgus, sonst handelte es sich immer um eine Devalgisierung, die in 6 Fällen bis zum Varusknick ging.

Das Ausmaß der Armwinkeldifferenzen bei verschiedenen Fragmentdislokationen (= Frakturtypen) und Behandlungsmethoden zeigt die folgende Tabelle:

Tab. 18 Armwinkeldifferenzen in Beziehung zum Frakturtyp und zur Therapie

Frakturtyp	Therapie	Fallzahl	Differenz der Armwinkel beider Seiten						
			keine	5°	10°	15°	20°	25°	30°
1. nicht disloz. Fraktur	Gips ohne Reposition	16	9	5	1	-	-	-	(1)
2. disloz. Fraktur	a) kons. Repos. + Gips	7	-	1	4	1	1	-	-
	b) sofort. OP + Gips	9	4	3	-	1	-	(1)	-
	c) verspät. OP + Gips	2	-	1	1	-	-	-	-
Summe		34	13	10	6	2	1	1	1

Die Tabelle zeigt, daß Armwinkeldifferenzen auch bei nicht dislozierten Frakturen auftraten, daß die Veränderungen nach konservativer Reposition dislozierter Brüche aber stärker und zahlreicher waren als nach operativer Behandlung. Die beiden (in Klammer) beträchtlichen Winkeldifferenzen wurden bei den schon erwähnten Patienten mit vorbestehendem Varus durch supracondyläre Humerusfraktur gefunden. In beiden Fällen hatte die erneute Fraktur den Cubitus varus um 5° verstärkt.

Röntgenbefund

Eine Restitutio ad integrum erfolgte nur bei 8 Patienten, ausnahmslos solchen mit nicht verschobenen Frakturen. In allen übrigen Fällen war zumindest eine Wachstumsbeschleunigung des Cond. radialis, sehr oft auch des Radiusköpfchens festzustellen. Dieses Reizwachstum führte nicht selten zu einer erheblichen Hypertrophie des Cond. radialis, der dann außen als Höcker zu tasten war. 4 mal kam es zu vor-

zeitigem Verschuß der benachbarten Epiphysenfugen, bei einigen Patienten tauchten Knochenkerne auf (Trochlea, Epic. ulnaris, Olecranon), die auf der Gegenseite noch nicht angelegt waren. Häufig waren auch Deformierungen des gesamten unteren Humerusendes im Sinne von Verbreiterung und Verplumpung des Condylenmassivs (12 Fälle). Das Radiusköpfchen zeigte bei einigen Patienten eine kolbenförmige Verdickung, wobei sich sein Durchmesser bis zu 7 mm gegenüber dem der gesunden Seite vermehrt hatte.

Die genannten Veränderungen beeinträchtigten die Gelenkfunktion meist nur wenig oder gar nicht, sie hatten aber Einfluß auf den Armwinkel: durch das Mehrwachstum des lateralen Gelenkteils kam es in vielen Fällen zur Devalgisierung oder zum Cubitus varus.

Schwere Wachstumsstörungen und Spätkomplikationen (Pseudarthrose, partielle Epiphysenzerstörung, grobe Gelenkdeformierung, beginnende Arthrose) kamen nur bei insgesamt 5 Patienten vor. Sie waren stets die Folge entweder konservativ unvollständig reponierter oder verspätet operierter, stark dislozierter Frakturen. 3 Fälle mit Wachstumsschäden sind schon an anderer Stelle beschrieben worden (Patienten Nr. 33, 58, 108), über die beiden übrigen soll hier berichtet werden:

Pat.Nr.50, R.D., 9 J., Krb.-Nr. 20283 (vergl. Anhang, Abb.3)
Abbruch des gesamten Cond. radialis mit einem Teil der Trochlea, Verkipfung und Verdrehung des Bruchstückes um ca 45° nach hinten, oben, außen. 1 Stunde nach dem Unfall konservative Reposition und Anlegen eines Oberarmgipsverbandes. Am folgenden Tag auf ausdrücklichen Wunsch des Vaters Entlassung aus der Klinik, so daß eine weitere Kontrolle nicht möglich war. 4 Jahre nach dem Unfall: freie Beweglichkeit, Vermehrung der Beugefähigkeit um 10°, sichtbare Gelenkdeformierung. Röntgenologisch: Pseudarthrose des Cond. radialis mit gleicher Dislokation wie bei der Aufnahme und einem Bruchspalt von 5 mm Breite. Die Patientin gab an, daß der verletzte Arm kraftloser sei und schneller ermüde als der gesunde. Sensibilitätsstörungen waren bei einer Valgusvermehrung von 10° nicht vorhanden, wohl aber eine Druckschmerzhaftigkeit im Bereich des Sulcus nervi ulnaris, die möglicherweise als Frünsymptom einer durch den Hypervalgus bedingten Ulnarisschädigung zu deuten ist.

Pat.Nr.44, H.H., 9 J., Krb.-Nr.30886 (vergl. Anhang, Abb.4)
Luxation des linken Ellbogengelenkes mit Abbruch des Capitulum humeri und eines Teils des Cond. radialis. Wegen der starken Schwellung des Gelenkes mißglückte ein sofortiger konservativer Repositionsversuch. Auch die 2. geschlossene Reposition nach 7 Tagen brachte keine völlige Wiederherstellung der normalen Gelenkverhältnisse. Ruhigstellung in Gips für 6 Wochen. Bereits bei der Entlassung nach 2 Monaten begannen die Wachstumsstörungen mit Abflachung des Cond. radialis und Unregel-

mäßigkeiten der Gelenkflächen. 4 Jahre später zeigte die Röntgenaufnahme ein deformiertes distales Humerusende mit partieller Zerstörung der Trochlea-Epiphyse ("Fischschwanzdeformierung"), weit nach lateral vorragendem Cond. radialis und hypertrophiertem Radiusköpfchen. Klinisch bestanden: Devalgisierung 10° , Streckhemmung 15° . Schmerzen oder sonstige Beschwerden wurden nicht angegeben.

Tab. 19 Röntgenbefund in Beziehung zur Fragmentdislokation (= Frakturtyp) und zur Therapie

Frakturtyp	Therapie	Fallzahl	Röntgenbefund	
			folgenlos verheilt	Reizwachstum gering stark
1. nicht disloz. Fraktur	Gips ohne Reposition	16	8	5 3
2. disloz. Fraktur	a) konservat. Repos. +Gips	7	-	2 5 (3)
	b) sofortige OP +Gips	9	-	4 5
	c) verspätete OP +Gips	2	-	1 (1) 1 (1)
Summe		34	8	12 14

Anmerkung zur Tab. 19: Die in Klammer gesetzten Fälle sind solche mit zusätzlichen schweren Wachstumsstörungen.

Wie die Tabelle zeigt, verheilten nur 8 von 16 nicht dislozierten Brüchen folgenlos. Alle übrigen Fälle wiesen ein Reizwachstum im Frakturbereich auf, das sich besonders bei den dislozierten Brüchen sowohl nach konservativer als auch nach operativer Therapie deutlich manifestierte. Zusätzliche schwere Wachstumsstörungen traten nur nach dislozierten, konservativ reponierten und verspätet operierten Frakturen auf.

Tastbefund

Entsprechend der röntgenologisch sichtbaren starken Hypertrophie des radialen distalen Humerusendes war bei 14 Patienten ein Höcker im seitlichen Ellbogenbereich zu tasten. Diese Deformierung bestand nicht nur bei den schwer dislozierten, sondern zum Teil auch bei den geringfügigen Frakturen.

Muskelschwund

Ein Muskelschwund von 2 cm am Oberarm bestand bei 2 Patienten bei

gleichzeitiger starker Funktionseinschränkung des Ellbogengelenkes (Zustand nach verspätet operierten Brüchen). Ein Patient mit geringer Beugehemmung bei sonst völlig normalen Befunden (Zustand nach Luxationsfraktur) hatte eine Muskelverschmächtigung von 1,5 cm am Unterarm.

Subjektive Beschwerden

10 Patienten äußerten subjektive Beschwerden. 7 von ihnen klagten über Schmerzen im Ellbogengelenk bei längerer oder starker Anstrengung (z.B. Maschinenschreiben, Heben schwerer Gegenstände). Kraftminderung und rasche Ermüdbarkeit wurden 2 mal angegeben. Ein Patient beschrieb Parästhesien ("ein Gefühl wie Funken") auf der Dorsalseite des linken Zeigefingers. Die Ursache dieser Störung konnte nicht ermittelt werden, denn außer einer Devalgisierung von 5° und einer geringen Hypertrophie des Cond. radialis waren alle Befunde normal. Überhaupt ließ sich ein Zusammenhang zwischen objektivem Befund und subjektiven Beschwerden nur selten herstellen. So waren 5 der 7 Patienten mit schlechtem Gesamtergebnis völlig beschwerdefrei.

Schwere Folgezustände der Fraktur, z.B. Osteomyelitis, Myositis ossificans oder Ulnarispareesen wurden nicht beobachtet.

Nachuntersuchungsergebnisse der Frakturen des Epicondylus radialis

Die 3 Frakturen des Epic. radialis bei Kindern von 11 und 12 Jahren zeigten 2, 4 und 9 Jahre nach der Verletzung ein sehr gutes Heilungsergebnis. In 2 Fällen war es auch röntgenologisch zur Restitutio ad integrum gekommen. Im 3. Fall - es handelte sich um eine Luxationsfraktur mit Aussprengung mehrerer kleiner Knochenfragmente aus beiden Epicondylen - wurde eine geringe Hypertrophie des Cond. radialis festgestellt. Alle sonstigen Befunde waren seitengleich.

2. Frakturen im Bereich des Condylus ulnaris humeri

Die 33 Frakturen des distalen medialen Humerusendes teilen sich auf in 27 Brüche des Epicondylus und 6 Brüche des Condylus ulnaris. Verletzungen in diesem Gelenkbereich kamen bei Kindern im Alter von

5 bis 14 Jahren vor, am häufigsten im 13. Lebensjahr (12 von 33). In der Seitverteilung konnte kein wesentlicher Unterschied festgestellt werden: 18 Patienten verletzten sich den rechten, 15 den linken Arm. Jungen und Mädchen waren gleich häufig von der Fraktur betroffen (17/16). Auffällig oft waren Sportunfälle die Ursache der Fraktur, was bei einem Vergleich der Unfallursachen aller Ellbogenbrüche besonders deutlich wird. (In der folgenden Tabelle sind die 16 Fälle ohne Angabe der Unfallursache nicht berücksichtigt).

Tab. 20 Frakturlokalisation und Unfallursache

Unfallursache	Frakturlokalisation						Summe
	Bereich d. Cond.uln.			übriger Ellbogen			
	E	B	Teil- χ^2	E	B	Teil- χ^2	
Spielunfall	19,43	13	2,127	45,57	52	0,907	65
Sportunfall	5,08	11	6,898	11,92	6	2,923	17
häusl.- und Verkehrsunf.	4,49	5	0,057	10,51	10	0,024	15
Summe	29			68			97

$$\chi^2 = 12,936 \quad FG = 2 \quad p < 1\% (9,210)$$

Die Gesamttabelle ergibt ein signifikantes χ^2 . Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß Sportunfälle weit häufiger als erwartet zu Frakturen im Bereich des Cond. ulnaris geführt hatten (Teil- χ^2 : 6,898).

Von den insgesamt 17 Sportunfällen waren 11 die Ursache einer Fraktur im Bereich des Cond. ulnaris (meist des Epic. ulnaris) und nur 6 führten zu Brüchen im übrigen Ellbogengelenk. Spielunfälle, die bei anderen Ellbogenfrakturen als Unfallursache vorherrschten (52 von 65), waren bei den Brüchen des Cond. ulnaris vergleichsweise weniger häufig vertreten (13 von 65). Häusliche Unfälle und Verkehrsunfälle zeigten keine bevorzugte Frakturlokalisation.

Durch Sturz auf den Ellbogen, z.T. auch durch Schlag oder Stoß gegen das Gelenk - also direkte Gewalteinwirkung - kamen 14 Frakturen zustande. 10 Brüche ereigneten sich durch einen Sturz auf den Arm und weitere 8 durch Fall auf die Hand, insgesamt also etwas mehr als die Hälfte durch indirekte Gewalteinwirkung. Bei 1 Patienten ließ sich der Unfallhergang nicht ermitteln.

Folgende Frakturtypen kamen im Bereich des medialen Humeruskondyls vor:

1. Schalenförmige Aussprengung aus dem Epic.ulnaris..... 3
2. Apophysenabriß mit geringer oder starker Dislokation,
meist nach unten medial gekippt oder verdreht.....18
3. Apophysenabriß mit Interposition in den Gelenkspalt..... 4
4. Querfraktur des Epic.ulnaris-Kernes..... 1
5. Infraktion des Cond.ulnaris..... 2
6. Abriß des gesamten Cond.ulnaris mit Dislokation..... 3
7. Aussprengung mehrerer kleiner Knochenfragmente aus dem
Condylus oder Epicondylus ulnaris..... 2

6 Frakturen waren mit einer Gelenkluxation verbunden, bei weiteren 3 Brüchen bestand gleichzeitig eine supracondyläre Humerusfraktur.

Therapie, Heilverlauf, Entlassungsbefund

Die 13 nicht oder gering dislozierten Frakturen wurden für 3-4 Wochen, einige auch länger, in einem Oberarmgips bei mittlerer Beugstellung fixiert.

Von den 20 Brüchen mit stärkerer Dislokation (es kamen Verkippen bis 90° und Verdrehungen bis 180° vor) wurden 9 operativ repointiert und fixiert, darunter 4 Frakturen mit Interposition. Bei den restlichen 11 Frakturen erfolgte eine konservative Therapie: Gipsfixation ohne oder mit vorangegangener geschlossener Reposition.

Die Operation fand spätestens am 9. Tage nach dem Unfall statt. Bei 3 Patienten hatte man vorher einen konservativen Repositionsversuch unternommen, der aber nicht den gewünschten Erfolg brachte.

Als Knochenfixationsmittel dienten: Zugschraube, Metallstift, gekreuzte oder parallele Kirschnerdrahte. Die Dauer der Osteosynthese betrug 4-8 Wochen, in 2 Fällen 4 Monate.

Der Heilverlauf war bei allen Patienten komplikationslos. Bei der Entlassung zeigten die Röntgenaufnahmen pseudarthrotische Heilung bei allen konservativ behandelten Frakturen mit leichter oder starker Verschiebung des Bruchstückes. Nur 2 Fälle mit geringfügiger Seitverschiebung (2 mm) waren knöchern angeheilt. Sämtliche operativ behandelten Frakturen waren dagegen achsengerecht knöchern verheilt.

Die Nachbehandlung bestand in aktiven Bewegungsübungen. Darüberhinaus wurden bei 2 Patienten passive medicomechanische Übungen durchgeführt. Funktionelle Beeinträchtigungen oder sonstige Störungen traten danach nicht auf.

Nachuntersuchungsergebnisse der Frakturen des Epicondylus ulnaris

26 Frakturen des Epic.ulnaris konnten nachuntersucht werden. Die Ergebnisse (1-8 Jahre nach dem Unfall) waren ausnahmslos sehr gut und gut. Bei 13 Patienten hatte die Knochenverletzung weder klinisch noch anatomisch Folgen hinterlassen, abgesehen von einem geringfügigen, nur bei genauer röntgenologischer Messung feststellbaren Reizwachstum des Epicondylus oder auch des Condylus ulnaris. Die Spätergebnisse der übrigen 13 Patienten waren auf Grund pseudarthrotischer Heilung, minimaler Bewegungseinschränkungen und Armwinkelveränderungen oder subjektiver Beschwerden nur gut. Alle operativ behandelten Frakturen, darunter 4 mit Einklemmung des Bruchstückes in den Gelenkspalt, hatten sehr gute Nachuntersuchungsbefunde.

Funktion

Eine unbedeutende Störung der Gelenkfunktion wurde nur bei 4 Patienten (1, 2, 4 und 8 Jahre nach dem Unfall) beobachtet: 2 mal Pronationseinschränkung von 10° , 1 mal Beuge- und 1 mal Streckhemmung von jeweils 10° . In 2 Fällen war diese Funktionsstörung Folge einer disloziert verheilten Luxationsfraktur.

Armwinkel

Bei 5 Patienten war der Armwinkel in Form einer Valguszunahme von 5° verändert. Dieser Hypervalgus ging in 4 Fällen mit einer pseudarthrotischen Heilung des Bruches einher, in 1 Fall mit beträchtlicher Hypertrophie des Cond.ulnaris.

Röntgenbefund

Das charakteristische Resultat der disloziert verheilten Apophysenabrisse war die pseudarthrotische Anheilung des Epic.ulnaris (10 Fälle).

Schon bei einer Seitverschiebung von 2 mm oder einer Verkipfung von 20° , die therapeutisch nicht ausgeglichen wurde, kam es zur Pseudarthrose. Aber auch nach völliger Adaptation des Bruchstückes mit regelrechtem Stand am Ende der Behandlung wurden noch 2 Fälle von fibröser Bindung beobachtet.

Interessant war das röntgenologische Ergebnis eines zur Zeit des Unfalls 7jährigen Jungen:

Pat.Nr.36, L.A., KrbI.-Nr.20603 (vergl. Anhang, Abb. 5)

Durch Sturz von einer Schaukel Querfraktur des Epic. ulnaris-Kernes links. Das gelenkferne Fragment war 3 mm nach ulnar und hinten disloziert. Die Therapie beschränkte sich auf Ruhigstellung in Gips für 3 Wochen. 5 Jahre nach der Verletzung bot sich folgendes Bild: die gelenknahe Hälfte des Bruchstückes war fugenlos an den Cond. ulnaris angeheilt, während die andere Hälfte in der ursprünglich dislozierten Stellung geblieben und nur fibrös mit dem angewachsenen Teil verbunden war.

Eine Wachstumsbeschleunigung benachbarter Epiphysen (Radiusköpfchen) wurde nur 1 mal festgestellt. Dagegen zeigten einige Patienten eine deutliche Hypertrophie des Condylus oder Epicondylus ulnaris, auch wenn letzterer nur bindegewebig mit dem Gelenkkörper verbunden war. Bei 3 Patienten bewirkte die Hypertrophie des Condylus bzw. der dislozierte, dicht unter der Haut befindliche Epicondylus eine tastbare Gelenkdeformierung (mediale Protuberanz). Wachstumsstörungen und grobe anatomische Veränderungen des Gelenkes traten nach Frakturen des Epic. ulnaris nicht auf.

Muskelschwund

Eine geringe Muskelverschwächigung von 1 cm als Folge der Fraktur wurde bei 5 Patienten bemerkt, und zwar 1 mal am Oberarm, 1 mal am Ellbogen, 2 mal am Unterarm und 1 mal an der Mittelhand. Im letzteren Fall war die Verringerung der Muskelmasse mit einer Kraftminderung in der Hand und geringer Pronationseinschränkung verbunden.

Subjektive Beschwerden

Subjektive Beschwerden wurden von 7 Patienten angegeben. Wetterfähigkeit, Schmerzen bei maximaler Beugung und Streckung oder auch beim Tragen schwerer Gegenstände waren die häufigsten Klagen. Bei 2 Patienten ließ sich ein Druckschmerz über dem Epic. ulnaris auslösen,

4 mal waren diese Beschwerden mit pseudarthrotischer Heilung verbunden, 3 mal traten sie isoliert bei sonst normalen Befunden auf. Ein Patient mit gering verschobener Fraktur des Epic. ulnaris, die funktionell und röntgenologisch folgenlos verheilt war, äußerte bei der Nachuntersuchung (7 Jahre nach dem Unfall) Parästhesien ("pelziges Gefühl") im Ulnarisbereich des Unterarmes und der Finger.

Nachuntersuchungsergebnisse der Frakturen des Condylus ulnaris

4 von 6 Patienten mit Frakturen des Cond. ulnaris wurden nachuntersucht.

In einem Fall handelte es sich um eine Infraktion, die 4 Jahre nach der Verletzung normale anatomische und funktionelle Befunde zeigte.

Bei der 2. Patientin hatte ein Sturz auf den linken Ellbogen mehrere kleine Knochenaussprengungen aus dem Cond. ulnaris und dem Olecranon hervorgerufen. Befund bei der Nachuntersuchung (1 Jahr nach dem Unfall): vorzeitiger Verschuß der Radiusköpfchenepiphyse bei sonst regelrechten anatomischen Verhältnissen, Valguszunahme von 5° , freie Funktion, keine Beschwerden.

Die 3. Patientin hatte sich durch Sturz von einer Schaukel eine supracondyläre Humerusfraktur mit Zertrümmerung des Cond. ulnaris und nicht dislozierter Längsfraktur des Cond. radialis zugezogen. Die supracondyläre Fraktur wurde konservativ reponiert und ein Oberarm-Thoraxgips für 3 Wochen angelegt. 2 Jahre später war die Fraktur klinisch und röntgenologisch ad integrum verheilt.

Die 4. Fraktur, die auch mit einer Verletzung des Cond. radialis einherging, hatte ein ganz anderes Endresultat:

Pat. Nr. 84, R.W., 13 J., KrbI.-Nr. 21538 (vergl. Anhang, Abb. 6)
Der Junge war beim Hochsprung auf die ausgestreckte rechte Hand gefallen und kam mit totaler Luxation, starkem Gelenkerguß und Abriß des Cond. ulnaris mit Verdrehung 180° nach unten außen zur Aufnahme. Nach erfolglosem konservativem Repositionsversuch wurde noch am Unfalltag eine blutige Reposition vorgenommen und das Fragment in achsengerechtem Stand mit einem Metallstift fixiert. Nach 4 Monaten Entfernung des Stiftes. Röntgenologisch zeigte sich bereits eine Hypertrophie des Cond. ulnaris und eine Zunahme der Valgusstellung. Überraschenderweise wurde jetzt auch eine deutliche Periostreaktion am lateralen Humerusende sichtbar, Zeichen für eine Fraktur des Cond. radialis, die auf den Aufnahmebildern nicht zur Darstellung gekommen war. Das Resultat nach 2 Jahren: Verplumpung des gesamten unteren Humerusendes, Hypertrophie

des Cond. ulnaris, abgeflachter, im Wachstum zurückgebliebener Cond. radialis, kolbenförmige Verdickung des Radiusköpfchens, Zunahme des physiologischen Valgus von 15° . Mit den schweren anatomischen Veränderungen ging eine Einschränkung aller vier Gelenkbewegungen einher: Beugung 5° , Streckung 20° , Pronation 10° und Supination 90° gehemmt. Zudem klagte der Patient über ziehende Schmerzen im Ellbogengelenk bei stärkerer Belastung. Als Hauptursache dieses ungünstigen Befundes muß die Fraktur des Cond. radialis betrachtet werden.

3. Frakturen des proximalen Radiusendes

Die 23 Kinder mit Frakturen des proximalen Radiusendes waren zur Zeit des Unfalls 3-13 Jahre alt. Die Altersgruppe der 7-10-Jährigen war mit 12 Frakturen am stärksten vertreten. Demgegenüber betrug die Zahl der 3-6-Jährigen nur 4 und die der 11-14-Jährigen 7.

15 Mädchen und 8 Knaben waren von dieser Verletzung betroffen. Einen Unterschied in der Seitlokalisation gab es nicht: rechter Arm 11 Patienten, linker Arm 12 Patienten.

Durch direkte Gewalteinwirkung kamen 9 Brüche zustande (Sturz auf den Ellbogen: 8, Schlag gegen das Gelenk: 1), durch indirekte Gewalteinwirkung 13 (Sturz auf den Arm: 9, Sturz auf die Hand: 4). In 1 Fall war der Unfallhergang nicht bekannt.

Der röntgenologische Aufnahmebefund zeigte folgende Frakturtypen:

Typ 1:	Infraktion und Fraktur mit Achsenknick unter 10°	5
Typ 2:	Teilweise Verschiebung mit etwas Knochenkontakt und Abkipfung unter 45°	13
Typ 3:	Abkipfung des Köpfchens um 45° und mehr.....	4
Typ 4:	Totale Dislokation des Radiusköpfchens mit Verschiebung: Bruchfläche gegen Schaft.....	1

Die meisten Verletzungen waren Stauchungsfrakturen des Radius-halses, wobei der Schaft in das Capitulum hineingeschoben und letzteres noch seitlich abgeknickt wurde. Auch Epiphysenlösungen mit Ausbruch eines kleinen Metaphysenkeils und radialer Verschiebung wurden beobachtet. Der Knochenkontakt war in all diesen Fällen erhalten. Nur bei 1 Kind kam es zu einer totalen Trennung des Köpfchens vom Schaft.

Die Radiusköpfchenfrakturen waren häufig verbunden mit Brüchen des proximalen Ulnaendes: Olecranon (6) und Proc.coronoideus ulnae (1). Dagegen kamen Luxationen des Gelenkes und gleichzeitige supracondyläre Frakturen, die bei den Brüchen des distalen Humerusendes ja mehrfach festgestellt wurden, hier nicht vor.

Therapie, Heilverlauf, Entlassungsbefund

Die Frakturen vom Typ 1 und 2 wurden meist noch am Unfalltage konservativ behandelt: Ruhigstellung des Gelenkes im Oberarmgipsverband für 3-4 Wochen. Von den 5 stärker dislozierten Brüchen wurde einer konservativ reponiert, die übrigen vier 1-9 Tage nach dem Unfall operativ eingerichtet. Bei 3 blutig reponierten Frakturen wurde eine Knochenfixation vorgenommen (2 mal nach WITT, 1 mal mit 2 gekreuzten Spickdrähten), im 4. Fall verzichtete man auf die Osteosynthese.

Der Heilungsprozess verlief bei allen Patienten ohne Besonderheiten. Am Ende der Behandlung (in der Regel nach 3-6 Wochen) waren die gering dislozierten wie auch die operativ versorgten stark dislozierten Frakturen in gutem Stand verheilt. Kippungen bis zu 30° wurden im Laufe des Heilungsprozesses von selbst ausgeglichen, ebenso Seitverschiebungen von 2 mm.

Frühergebnisse der nicht nachuntersuchten Patienten

Von den 5 Frakturen, die nicht nachuntersucht werden konnten, gehörten 4 dem Typ 1 und 2 an. Sie zeigten am Ende der Behandlung guten Fragmentstand und freie Funktion. Der 5. Patient hatte eine Radiusköpfchenfraktur mit Kippung 45° , gleichzeitig eine nicht dislozierte Fraktur des Proc.coronoideus ulnae. Die konservative Reposition verbesserte die Dislokation auf einen Achsenknick von 30° . In dieser Stellung war das Bruchstück nach 6 Wochen knöchern verheilt. Die Beweglichkeit war noch endgradig behindert, der Armwinkel normal.

Nachuntersuchungsergebnisse

18 Patienten kamen zur Nachuntersuchung. Bei 13 Patienten war die Fraktur klinisch und röntgenologisch folgenlos verheilt. 3 Patienten zeigten gute Resultate: Valgusvermehrung von $5-10^{\circ}$ bei sonst unauf-

fälligen Befunden. Alle 3 Frakturen waren bei der Aufnahme nur gering disloziert (Seitverschiebung 2 mm, Kippung 15°) und mit Gipsfixation behandelt worden. Bei 2 Patienten wurde ein schlechtes Endresultat festgestellt. In beiden Fällen handelte es sich um Folgezustände stark dislozierter, operativ behandelter Frakturen:

Pat.Nr.3, D.G.-M., 11 J., Krb.-Nr.13739

Das Mädchen war beim Spielen gefallen und hatte sich dabei eine Radiusköpfchenfraktur mit totaler Dislokation zugezogen. Ein auswärts unternommener konservativer Repositionsversuch war erfolglos. 5 Tage später wurde in unserer Klinik eine blutige Reposition durchgeführt und das Radiusköpfchen in exakter Stellung mit 2 gekreuzten Kirschnerdrähten fixiert. Komplikationsloser postoperativer Verlauf, Entfernung der Drähte nach 6 Wochen, anschließend Nachbehandlung in Form von Bewegungsübungen und täglichen Unterwassermassagen. 4 Monate nach dem Unfall war das Gelenk im wesentlichen frei beweglich. Spätresultat nach 9 Jahren: Pronation 40° , Supination 30° eingeschränkt, Druckschmerz über dem Radiusköpfchen. Alle übrigen Befunde regelrecht, auch röntgenologisch keine Veränderungen! Die erhebliche Funktionsstörung beruht wahrscheinlich auf einer traumatischen Schädigung des Kapsel-Band-Apparates (Lig.anulare).

Pat.Nr.20, W.I., 9 J., Krb.-Nr.19196 (vergl. Anhang, Abb. 7)

Stauchungsfraktur des Radiushalses mit Verkipfung der Epiphyse um 60° nach radial, gleichzeitig Olecranonfraktur ohne Dislokation. 5 Tage nach dem Unfall operative Reposition, nach exakter Adaptation trans-articuläre Fixation nach WITT. 5 Wochen später Stiftentfernung und Entlassung mit der Empfehlung, medicomechanische Übungen durchzuführen. Bei der Nachuntersuchung nach 7 Jahren bestand eine Supinationshemmung von 90° und eine Beugeeinschränkung von 10° . Die Röntgenaufnahmen zeigten eine Vergrößerung des Radiusköpfchens von 5 mm gegenüber der gesunden Seite und eine geringgradige Hypertrophie des Capitulum humeri. Das proximale Ulnaende war - z.T. wohl als Folge der Olecranonfraktur - ebenfalls verbreitert (6 mm). Ursache für die starke Supinationshemmung ist eine Verknöcherung des Lig.anulare, die röntgenologisch deutlich sichtbar war. Außerdem bestanden eine Valgusvermehrung von 10° und Parästhesien im Ulnarisbereich der Hand (Ulnarissymptom durch Hypervalgus?).

Die beiden anderen operativ reponierten und fixierten Radiusköpfchenfrakturen heilten klinisch und anatomisch folgenlos aus.

Bei den meisten Frakturen - ob konservativ oder operativ behandelt - ließ sich ein mehr oder weniger starkes Reizwachstum der Radiusepiphyse feststellen. Das Mehrwachstum des Radiusköpfchens bzw. dessen Kernes bewirkte eine Zunahme des Capitulum-Durchmessers von 2-5 mm gegenüber der gesunden Seite. Benachbarte Epiphysen wurden (mit Ausnahme des geschilderten Falles Nr.20) davon nicht betroffen.

Subjektive Beschwerden wurden (außer von den Patienten Nr.3 und Nr.20) von 2 Patienten angegeben. In beiden Fällen handelte es sich um gering dislozierte Frakturen, die funktionell und röntgenologisch folgenlos verheilt waren. Die eine Patientin klagte über Wetterfühligkeit, die andere über Schmerzen im Ellbogengelenk bei längerer Belastung.

4. Frakturen des proximalen Ulnaendes

Die isolierten Frakturen im Bereich des proximalen Ulnaendes machten nur einen kleinen Teil unseres Krankengutes aus. Es handelte sich um 11 Olecranonfrakturen und 1 Abriß des Proc.coronoideus ulnae. Weitere 8 Olecranonfrakturen kamen in Verbindung mit Verletzungen des Radiusköpfchens (6) und des Cond. ulnaris (2) vor, sie waren aber so geringfügig, daß sie keinen Einfluß auf das Heilungsergebnis hatten.

Die 11 Frakturen des Olecranon traten bei Kindern im Alter von 3 bis 12 Jahren auf. Das Verhältnis von Knaben zu Mädchen betrug 8/4. Die linke Seite war 6 mal, die rechte 5 mal betroffen. 7 Verletzungen ereigneten sich durch ein direktes Trauma (Sturz auf den Ellbogen: 6, Schlag gegen das Olecranon: 1), 4 durch einen Sturz auf den Arm.

Als Frakturtypen wurden beobachtet:

Längsfrakturen des Olecranon ohne Dislokation.....	7
Aussprengungen von schalenförmigen Fragmenten.....	2
Olecranonquerfrakturen.....	2

Bei einem Patienten hatte der Unfall zu einer Ulnaris- und Radialisparese geführt. Da die Knochenverletzung nur minimal war (Infraktion), ist als Ursache der neurologischen Störung ein starkes Hämatom im Ellbogenbereich anzunehmen, denn nach Abklingen des Ergusses und nach aktiven Bewegungsübungen der Finger bildete sie sich spontan zurück.

Die Therapie bestand bei allen nicht und gering dislozierten Brüchen in einfacher Ruhigstellung in Gips für 2-4 Wochen. Auch der einzige stärker verschobene Bruch wurde konservativ behandelt:

Pat.Nr.12, S.H., 12 J., Krbf.-Nr.17062 (vergl. Anhang, Abb.8)
 Querfraktur der Olecranonspitze mit Dislokation des Fragmentes um ca 90° nach hinten oben und Ausfall des Bandstreckapparates. Konserva-

tive Reposition und Gipsfixation in Extensionsstellung. Nach 7 Wochen zeigte die Röntgenaufnahme unvollständige Adaptation und nur fibröse Bindung des Bruchstückes. Dennoch wurde 8 Jahre später sowohl klinisch als auch röntgenologisch eine Restitutio ad integrum gefunden.

Auch bei den übrigen 9 Patienten, die nachuntersucht wurden, konnten sehr gute (7) und gute (2) Spätresultate festgestellt werden. Anatomisch blieben alle Brüche ohne Folgeerscheinungen, abgesehen von geringer Hypertrophie des proximalen Ulnaendes und des Radiusköpfchens, die bei 3 Fällen zu beobachten war. Nur bei 2 Patienten bestand (1 und 3 Jahre nach dem Unfall) eine Beuge- bzw. Streckhemmung von 10^0 , bei einem Patienten verbunden mit Schmerzen im Gelenk bei stärkerer Beanspruchung.

Die Fraktur des Proc.coronoideus ulnae bei einem 11jährigen Jungen war durch einen Sturz auf den Arm entstanden. Röntgenologisch zeigte sich eine kleine Aussprengung aus der Spitze, die ins Gelenk verlagert war und dort belassen wurde. Bei der Nachuntersuchung 8 Jahre nach dem Unfall war sie im Röntgenbild noch als freier Körper sichtbar. Der Patient gab an, bei der Pronationsbewegung ein Knacken im Gelenk zu verspüren. Alle sonstigen Befunde waren normal.

E. DISKUSSION

In einem Zeitraum von 10 Jahren (1958 bis 1967) wurden in der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz 113 Stückbrüche des Ellbogengelenkes bei Kindern bis zu 14 Jahren behandelt. Bemerkenswerterweise kamen derartige Verletzungen bei Kindern unter 3 Jahren nicht vor. Eine Bevorzugung bestimmter Altersgruppen ließ sich statistisch nicht nachweisen (Tab.1, S.15). Knaben erlitten auffällig häufiger als Mädchen eine Ellbogenfraktur (Tab.2, S.16).

Im Gegensatz zu Baumann, der feststellt, daß nach allgemeiner Beobachtung bei Ellbogenfrakturen die linke Seite etwa doppelt so oft betroffen sei wie die rechte, konnte in unserem Krankengut (63 links- und 50 rechtsseitige Verletzungen) ein wesentlicher Unterschied in der Seitenverteilung statistisch nicht belegt werden (Tab.3, S.16). Kuner, Weller, Vogl fanden ein ähnliches Verhältnis bei 156 Radiusköpfchenfrakturen (51,9% links, 48,1% rechts), und bei 64 von Wittich

untersuchten Brüchen des Epicondylus ulnaris war die rechte Seite der linken ebenfalls nur wenig unterlegen (29/35).

Baumann versucht, das Überwiegen linksseitiger Verletzungen damit zu erklären, daß der rechte Arm beim Fall meist einen Gegenstand halte, während der linke zum Abfangen von Sturz oder Schlag benutzt werde und einer Schädigung deshalb eher ausgesetzt sei als der rechte. Wenn dieser Verletzungsmechanismus die Regel wäre, könnte der Anteil der rechts lokalisierten Frakturen nicht so hoch sein wie es im vorliegenden Krankengut und auch bei Kuner, Weller, Vogl und Wittich der Fall war. Wahrscheinlich wird die Seitenverteilung der Ellbogenbrüche außer durch den Frakturmechanismus noch durch andere Faktoren beeinflusst (Rechts- Linkshänder, Unfallursache, Frakturart), und die Frage, ob es eine echte, sozusagen gesetzmäßige Bevorzugung der linken Seite gibt, kann nur durch genaue statistische Untersuchung eines umfassenden Kollektivs geklärt werden.

Die Frakturen unseres Krankengutes wurden im wesentlichen durch Spielunfälle hervorgerufen (65 von 113). Sportunfälle und häusliche Unfälle bildeten nur einen kleinen Teil der Unfallursachen. Erstaunlich gering war die Zahl der Verkehrsunfälle (5 von 113), gemessen an ihrer sonstigen, ständig zunehmenden Bedeutung in der Kinderunfallheilkunde (Tab.4, S.16).

Die Untersuchung des Frakturmechanismus brachte ein überraschendes Ergebnis: Knapp die Hälfte aller Brüche hatte sich - laut Angaben in den Krankenblättern - durch einen Sturz auf den Ellbogen, also ein direktes Trauma ereignet (Tab.5, S.17). Diese Beobachtung steht ganz im Gegensatz zu der allgemein in der Literatur geäußerten Ansicht, daß kindliche Frakturen im Ellbogenbereich - mit Ausnahme der seltenen Olecranonfrakturen - fast nur durch indirekte Gewalteinwirkungen zustande kommen (Baumann; Blount; Ehalt; Grob; Morger). Der für die meisten derartigen Verletzungen als typisch bezeichnete Vorgang, nämlich der Sturz auf die Hand bei ausgestrecktem Arm, wurde im eigenen Untersuchungsgut nur 15 mal angegeben! Diese unterschiedlichen Ergebnisse sind vielleicht zum Teil dadurch bedingt, daß es schwierig, bei kleinen Kindern sicher oft unmöglich ist, den genauen Unfallhergang in Erfahrung zu bringen. Das Kind spürt z.B. den Schmerz im

Ellbogengelenk und mag dann sagen, es sei auf den Ellbogen gefallen, auch wenn es in Wirklichkeit auf die Hand gestürzt ist. Nur in wenigen Fällen ließ sich mit Hilfe des in den Krankenblättern aufgezeichneten Inspektionsbefundes eine direkte Verletzung des Ellbogengelenkes nachweisen oder ausschließen. So sind die Angaben wohl nur bedingt zu verwerten und lassen keine sicheren Schlüsse auf den wahren Frakturmechanismus zu.

Das untersuchte Frakturmaterial umfasste im wesentlichen die für das kindliche Ellbogengelenk typischen Brüche des Condylus radialis, Epicondylus ulnaris und Radiusköpfchens. Mit 37,2% trat die Fraktur des Condylus radialis am häufigsten auf. Sie steht auch bei Blount, Ehalt, Fahey, Matti, Morger, Witt und Rettig - abgesehen von der supracondylären Humerusfraktur - an erster Stelle der Knochenverletzungen in diesem Bereich. Der Abbruch des Epicondylus ulnaris, von Bandi, Baumann, L.Böhler nach der supracondylären Fraktur als häufigster Ellbogenbruch bezeichnet, nahm im eigenen Kollektiv den 2. Platz ein (23,9%). Nur wenig kleiner war der Anteil der Radiusköpfchenfrakturen (20,4%).

Entsprechend der allgemeinen Beobachtung, daß Olecranonbrüche im Kindesalter selten sind, fanden sie sich als isolierte Verletzungen auch in unserem Krankengut nur in 9,7% der Fälle. Ganz vereinzelt und nur bei älteren Kindern kamen Frakturen des Condylus ulnaris (5,3%), des Epicondylus radialis (2,6%) und des Proc.coronoideus ulnae (0,9%) vor.

FRAKTUREN IM BEREICH DES CONDYLUS RADIALIS

45 Frakturen im Bereich des Condylus radialis wurden untersucht. Dabei handelte es sich um 34 Knaben und 11 Mädchen. Hofmann fand in seinem Untersuchungsgut ein ähnliches Verhältnis (29/6). Das Alter der Patienten lag - mit Ausnahme je eines 3- und 14jährigen Kindes - zwischen 4 und 13 Jahren. Fahey und Hofmann sahen Verletzungen des Cond.radialis meist bei Kindern zwischen 4 und 11 Jahren. Jeffery hat sie auch bei 2- und 15jährigen Kindern festgestellt, vorwiegend aber im Alter von 4-10 Jahren. L.Böhler gibt das 4.bis 15. Lebensjahr als Hauptunfallalter an. Somit scheint bei Brüchen des Cond.radialis die

untere Grenze mit dem 4. Lebensjahr ziemlich konstant zu sein, während der obere Altersbereich zwischen 10 und 15 Jahren schwankt.

Die Seitenlokalisation der Brüche zeigte - anders als im Gesamtkollektiv - eine deutliche Bevorzugung der linken Seite (30/15). Warum gerade bei dieser Frakturart die Beobachtung Baumanns zutrifft, daß bei Ellbogenfrakturen die linke Seite doppelt so oft betroffen sei wie die rechte, konnte nicht ermittelt werden.

Als Entstehungsmechanismus der Fraktur des Condylus radialis wird im allgemeinen das direkte Trauma als selten bezeichnet, das indirekte dagegen in den Vordergrund gestellt, wobei es sich typischerweise um einen Fall auf die Hand bei gestrecktem Arm handeln soll (Baumann; L.Böhler; Ehalt; Grob; Matti). Im eigenen Krankengut gab die Hälfte der Patienten einen Sturz auf den Ellbogen an, die andere Hälfte einen Fall auf den Arm oder die Hand. Ob sich der Arm dabei in Beuge- oder Streckstellung befand, ist ungewiß und dürfte bei kleinen Kindern wohl kaum zu erfragen sein. Pap und Szentpétery behaupten auf Grund einer genauen Analyse des Entstehungsmechanismus derartiger Brüche, daß der Fall meist weder auf den voll gestreckten, noch auf den voll gebeugten, sondern auf den instinktiv federartig semiflektierten Ellbogen geschieht. Die beiden Autoren sehen damit den direkten Verletzungsmechanismus als üblich an. Auch Maatz und Wustmann legen dar, daß die Fraktur des Cond. radialis oft durch eine direkt auf das untere Humerusende einwirkende Kraft hervorgerufen wird. Für Blount besteht die Ursache der Fraktur häufig in einer Kombination von direktem und indirektem Trauma. Unter Berücksichtigung der Meinungen von Blount, Maatz, Pap und Szentpétery, Wustmann und der Angaben aus dem eigenen Krankengut, auch wenn diese nicht ganz ohne Vorbehalt verwertet werden können, scheint es gerechtfertigt, als Entstehungsmechanismus der Brüche des Cond. radialis in gleicher Weise das direkte und das indirekte Trauma anzunehmen.

Die Frakturen des Cond. radialis wurden in der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz sowohl konservativ als auch operativ behandelt. Als Indikation zur Operation galt in der Regel - wie bei den meisten Autoren (Bandi; Baumann; Blount; L.Böhler; Jeffery; Marmor;

Matti; Matzner; Pap, Szentpétery; Wustmann) - die stärkere Verschiebung, insbesondere die Verdrehung des Fragmentes. Die Resultate der 34 nachuntersuchten Patienten waren bei relativ strenger Beurteilung der klinischen und röntgenologischen Befunde (vgl. Definition S.21) überwiegend sehr gut und gut (24 Pat.), allerdings waren auch 7 schlechte Ergebnisse zu verzeichnen. Bei diesen 7 Patienten handelte es sich in 2 Fällen um verspätet operierte Frakturen, in 3 Fällen um die Resultate ungenügender konservativer Reposition und bei den übrigen 2 Patienten um nur noch geringe Verstärkung eines hochgradigen Cubitus varus, der als Folgezustand einer schlecht verheilten supracondylären Humerusfraktur schon vor der Verletzung des Cond.radialis bestanden hatte. Abgesehen von diesen beiden Patienten mit vorgeschädigten Gelenken war also die Art der Therapie bzw. deren Zeitpunkt Ursache für ein unerfreuliches Endresultat.

Was den Zeitpunkt des operativen Eingriffs betrifft, so ist es eine längst bekannte Tatsache, daß die Erfolge um so besser sind, je eher dieser durchgeführt wird. Fahey hat bei Operationen 14 Tage, Hofmann 10-14 Tage nach dem Unfall schon schlechtere Ergebnisse gesehen als bei frühzeitiger Behandlung. Bandi fordert, die 6-Stunden-Grenze bei operativem Vorgehen möglichst einzuhalten, da die Reposition schon nach dieser Frist durch Weichteilschäden und Muskelrigor erheblich erschwert und die Aussicht auf ein gutes Resultat dadurch vermindert werde. Im eigenen Krankengut war das Heilergebnis der 3 Patienten, die 8 und 9 Tage nach dem Unfall operativ versorgt wurden, nicht weniger gut als das der 6 Patienten, bei denen die Operation noch am Unfalltage oder 1 Tag später erfolgte. Anders lagen die Verhältnisse bei einer Verzögerung der blutigen Reposition von 4 und 6 Wochen (vgl. Patienten Nr.33 und Nr.108, S.34), obgleich es in beiden Fällen noch zu einer knöchernen Heilung des abgebrochenen Cond. radialis in idealer Stellung gekommen war. Für die Gelenkveränderungen bei Pat.Nr.33 ist möglicherweise ein im Humerusende verbliebener Spickdraht mit verantwortlich. Ehalt beschreibt einen ähnlichen Fall, bei dem eine liegengebliebene, zur Fixation benutzte Injektionsnadel zu starken Wachstumsstörungen geführt hatte.

Das Problem der Therapie verschobener Frakturen des Cond.radialis ist nach wie vor noch nicht einheitlich gelöst. Zwar wird allgemein

hervorgehoben, daß nur eine exakte anatomische Reposition gute Heilungserfolge bringen kann und daß diese sehr oft nur auf operativem Wege zu erreichen ist. Dies gilt auf jeden Fall für Frakturen mit starker Dislokation, insbesondere mit Verdrehung des Fragmentes, die fast ausnahmslos als absolute Indikation zur Operation angesehen wird. Über die Wirksamkeit und Grenzen der konservativen Behandlung von Brüchen, bei denen das Fragment nur mäßig disloziert ist, bestehen jedoch unterschiedliche Meinungen. In solchen Fällen schätzen viele Autoren das Risiko einer Operation höher ein als deren Vorteile und entschließen sich erst dann zum offenen Eingriff, wenn die manuelle Einrichtung nicht gelingt (Blount; L.Böhler; Grob; Jeffery; Mc.Learie, Merson; Matti; Matzner; Morger; Scharpff; Witt, Rettig; Wustmann). Ihre Zurückhaltung vor operativen Maßnahmen beruht dabei in erster Linie auf der Furcht vor möglichen Infektionen, die gerade im Wachstumsalter verheerende Folgen haben können. Witt und Rettig sind außerdem der Ansicht, daß offene Eingriffe am kindlichen Ellbogengelenk mitunter Schwierigkeiten bei der Mobilisierung verursachen können. Nach Lutzeyer und Guse (ähnlich Grob) soll die operative Therapie mit einer wesentlichen Verzögerung der Heilungsdauer einhergehen. Das Argument der genannten Autoren stützt sich allerdings auf nur 4 operativ versorgte Ellbogenfrakturen. Grob gibt als weitere nachteilige Folge operativer Eingriffe einen erheblichen Wachstumsschub im Frakturbereich zu bedenken. Hofmann veranschlagt diesen jedoch auf Grund eigener Erfahrungen bei sofortiger und exakter Reposition und Fixation der Fragmente als gering. Jeffery und Wittich schließlich möchten in Zweifelsfällen, d.h. bei Brüchen mit nicht eindeutig schlechter Prognose, lieber konservativ vorgehen, um die mit dem Kinde wachsende und u.U. kosmetisch störende Operationsnarbe zu vermeiden.

Trotz prinzipieller Befürwortung des konservativen Repositionsversuches betrachtet Blount diese Maßnahme nicht ohne Mißtrauen. Er warnt nicht nur vor der Gefahr einer nachträglichen Verschiebung des Bruchstückes, sondern betont darüberhinaus, daß eine blutige Reposition nach mißglückter manueller Einrichtung weniger erfolgreich sei als die primäre Operation, da sie zu länger dauernder Bewegungseinschränkung und durch die zusätzliche Irritation der Condyleneipiphyse zu verstärktem Wachstum mit daraus resultierendem Armwinkelverlust

führen könne. Auch Jeffery spricht für eine kritische Einschätzung der geschlossenen Reposition, denn gerade nach minimal verschobenen Brüchen, die in dieser Weise behandelt wurden, habe er häufig Pseudarthrosen beobachtet.

Schlechte Erfahrungen mit der konservativen Reposition haben mehrere Autoren dazu veranlaßt, auch bei gering dislozierten Frakturen die sofortige Operation und Osteosynthese des Fragmentes vorzunehmen (Fahey; Lorello; Rehbein, Hofmann; Salter, Harris). Fahey bezeichnet die manuelle Reposition als unzuverlässige Behandlungsmethode, da es auch nach erfolgreicher Einrichtung sehr leicht zu einer sekundären Verschiebung des Bruchstückes komme, die oft erst so spät entdeckt werde, daß für die chirurgische Korrektur unterdessen kostbare Zeit verlorengegangen und dann nur noch mit einem Kompromiss-Ergebnis zu rechnen sei. Hofmann hält die unblutige Einrichtung überhaupt für kontraindiziert, weil die erforderliche ideale Reposition und sichere Fixation damit nicht gewährleistet sei und läßt als konservative Behandlungsmethode nur die Ruhigstellung nicht dislozierter Brüche gelten. Der gleichen Ansicht sind Lorello, Milch, Salter und Harris. Auch für Baumann und Ehalt bedeutet die primäre operative Reposition und Osteosynthese die Methode der Wahl.

Ein Vergleich der Therapieerfolge konservativer und primär operativer Methoden ist schwierig, da nur wenige Autoren ihre Ergebnisse zahlenmäßig belegen und zudem über den Schweregrad der behandelten Frakturen meist keine Angaben zu finden sind. Insbesondere die Vertreter der konservativen Therapie äußern sich durchweg nur summarisch. In der neueren Literatur gibt lediglich Morger genauere Auskunft über seine Untersuchungsergebnisse: von insgesamt 13 Fällen 10 sehr gute und 3 gute Resultate. Auch hier ist allerdings ungewiß, ob es sich überwiegend um gering oder stark dislozierte Brüche handelte.

Über die Heilungsergebnisse nach operativer Therapie berichten mehrere Autoren. In der Regel sind sie sehr gut und gut: Baumann fand bei 15 sofort operierten Frakturen 14 sehr gute und gute Resultate, Fahey bei 13 Fällen 11, Hofmann bei 16 Fällen 15 und v.d.Oelsnitz bei 39 Fällen 36. Die guten Ergebnisse sind fast ausnahmslos durch eine

geringe Verminderung des physiologischen Valgus gekennzeichnet, die häufig mit einer Hemmung der extremen Beugung oder Streckung einhergeht. Die wenigen schlechten Resultate zeigen diese Veränderungen in verstärktem Ausmaß. Diesen vergleichsweise geringen Nachteil der operativen Methode erklärt Hofmann mit der Empfindlichkeit der Epiphysenzone, die selbst bei schonendstem Eingriff und bei nur kurzzeitiger Anwesenheit eines Fremdkörpers mit einem erkennbaren Reizwachstum reagiert und so eine Hypertrophie des Cond. radialis verursacht, wodurch der Unterarm um einige Grade aus seiner Valgusstellung gedrängt werden kann.

Da im eigenen Krankengut dislozierte Frakturen des Cond. radialis sowohl konservativ als auch operativ behandelt wurden, ist hier die Möglichkeit eines Vergleiches der Resultate gegeben: Die Heilungserfolge der 9 Frakturen, bei denen eine sofortige Operation und Osteosynthese durchgeführt wurde, waren mit 2 Ausnahmen (Brüche mit gleichzeitiger und vorher erlittener supracondylärer Humerusfraktur) sehr gut und gut. Schwere Wachstumsstörungen traten in keinem Fall auf. Diese waren jedoch nach manueller Reposition in 4 von 7 Fällen nachzuweisen. Als Folge ungenügender Reposition war in einem Fall eine Pseudarthrose mit Hypervalgus entstanden (vgl. Pat.Nr.50, S.36), in einem anderen Fall kam es zu einer starken Gelenkdeformierung mit Torsionsfehler des Oberarmes und erheblicher Varusfehlstellung (vgl. Pat.Nr.1, S.31). Bei der 3. Patientin hatte ein im Gelenk verbliebenes Fragment des Cond. radialis, das erst 4 Monate nach dem Unfall operativ entfernt wurde, zu einer beginnenden Arthrose geführt (vgl. Pat. Nr.58, S.30) und im 4. Fall bestand 4 Jahre nach zweimalig geschlossen reponierter Luxationsfraktur des Cond. radialis eine partielle Zerstörung der Trochlea-Epiphyse im Sinne einer "Fischschwanz-Deformierung", wobei allerdings nicht sicher ist, ob diese durch das Trauma selbst oder sekundär durch die wiederholten Manipulationen hervorgerufen wurde (vgl. Pat.Nr.44, S.36). Auch das prognostisch ungünstige Frühergebnis einer konservativ behandelten Luxationsfraktur, bei der 7 Monate nach dem Unfall eine fast totale Gelenkversteifung und ein hochgradiger Cubitus varus bestand, hätte bei sofortiger Operation höchstwahrscheinlich vermieden werden können (vgl. Pat.Nr.35, S.31).

Die von Baumann erstmals beschriebene Wachstumsbeschleunigung der Epiphysen des Ellbogengelenkes als Reaktion auf die Fraktur war als charakteristischer Röntgenbefund bei der Nachuntersuchung häufig anzutreffen. Während es jedoch nicht immer zu einer der Gegenseite vorausseilenden Entwicklung sämtlicher Knochenkerne im Gelenkbereich gekommen war, fehlte die Hypertrophie des Cond. radialis und des Radiusköpfchens in den seltensten Fällen. Sie ließ sich selbst bei Infraktionen nachweisen und nahm bei dem Großteil der dislozierten Brüche solche Ausmaße an, daß der weit nach lateral ausladende Condylus außen sichtbar wurde. Das therapeutische Vorgehen hatte anscheinend keinen Einfluß auf diese Veränderungen, denn sie traten sowohl nach konservativer als auch nach primär operativer Therapie auf (Tab. 19, S. 37). Allerdings waren die daraus resultierenden Armwinkeldifferenzen bei geschlossen reponierten Frakturen mit $10-20^{\circ}$ durchweg höher als bei den sofort operierten Brüchen, wo sie (ausgenommen 1 Fall mit Devalgisierung 15° bei gleichzeitiger supracondylärer Humerusfraktur) nur bis zu 5° betrugen (Tab. 18, S. 35). Hofmann führt diese Beobachtung darauf zurück, daß bei schlechter Reposition und ungenügender Fixation der Wachstumsreiz wesentlich länger und stärker wirken könne, als bei frühzeitiger operativer Reposition und Osteosynthese, da in diesem Falle das Ausmaß der Reparaturvorgänge auf ein Minimum begrenzt werde.

Entsprechend der bekannten Beobachtung, daß bei Kindern die Beweglichkeit selbst bei hochgradig deformiertem Gelenk noch weitgehend ungestört sein kann, war das funktionelle Resultat der 7 konservativ reponierten Frakturen trotz der ungünstigen anatomischen Ergebnisse recht gut (3 mal geringer bis mäßiger Beuge- und Streckausfall, 1 mal stärkere Beugeeinschränkung), aber immerhin doch schlechter als das der 9 sofort operativ behandelten Patienten (2 mal geringer Beuge- bzw. Streckdefekt, 1 mal mäßige Supinationseinschränkung).

Die Zahl der Patienten mit subjektiven Beschwerden (Kraftminderung, rasche Ermüdbarkeit, Schmerzen im Ellbogengelenk bei stärkerer Belastung) war nach konservativer Reposition höher (4 von 7) als nach operativer Therapie (2 von 9).

Nachteile der Osteosynthese, sei es nun mit Drahtstiften, Metallnagel oder Schraube, konnten in unserem Krankengut nicht festgestellt werden. Selbst bei einem Patienten, bei dem die Schraube erst nach 1 Jahr entfernt wurde, traten keine Wachstumsstörungen auf, und bis auf eine deutliche Vergrößerung des Cond. radialis und des Radiusköpfchens waren alle Befunde seitengleich.

Die in manchen Fällen beträchtliche Hypertrophie des Cond. radialis nach operativer Behandlung ist wohl nur zu einem geringen Teil als Reaktion des kindlichen Knochens auf das Fixationsmittel anzusehen. Auch bei Infraktionen bzw. nicht dislozierten Brüchen, die lediglich mit Gipsfixation behandelt wurden, war der Reiz der Fraktur an sich so stark, daß es bei 7 von 18 Patienten zu einem Wachstumsschub mit Devalgisierung bis zu 10^0 kam.

Auf Grund der Nachuntersuchungsergebnisse von 34 Frakturen des Cond. radialis läßt sich über die Wirksamkeit der Therapie dieser Verletzungen zusammenfassend folgendes aussagen:

1. Infraktionen und nicht dislozierte Frakturen des Cond. radialis, die durch Gipsfixation in rechtwinkliger Beugung ruhiggestellt wurden, zeigten sehr gute und gute Heilungserfolge. Das durch die Fraktur ausgelöste Reizwachstum ließ sich nicht vermeiden und führte häufig auch bei diesen geringfügigen Knochenverletzungen zu einer Hypertrophie des Cond. radialis mit leichter Devalgisierung und einer damit verbundenen minimalen Beugeeinschränkung.
2. Die geschlossene Reposition dislozierter Frakturen erwies sich als unzulänglich. Wachstumsschäden mit ungünstiger Prognose, kosmetisch und funktionell störende Armwinkelveränderungen und subjektive Beschwerden traten nach dieser Behandlung in 4 von 7 Fällen auf.
3. Noch schlechter als die Ergebnisse unvollständiger geschlossener Reposition waren die der beiden verspätet operierten Frakturen. Trotz anatomisch exakter Reposition und stabiler Fixation kam es in beiden Fällen zu erheblichen Wachstumsstörungen und hochgradiger Bewegungseinschränkung, verbunden mit deutlicher Muskelschwächung am Oberarm.

4. Frakturen, die 0-9 Tage nach dem Unfall operativ reponiert und fixiert wurden, hatten gute bis sehr gute funktionelle und anatomische Resultate. Als einziger Hinweis auf die erlittene Knochenverletzung ließ sich bei allen Patienten, die in dieser Weise behandelt wurden, eine Hypertrophie des Cond. radialis (meist auch des Radiusköpfchens) feststellen, die jedoch nur in einigen Fällen zu einer geringen Devalgisierung und einer endgradigen Beuge- oder Streckhemmung geführt hatte.

Die allgemein in der Literatur geäußerte Ansicht, daß nur eine prompte exakte Reposition und stabile Fixation gute Heilungserfolge bei dislozierten Frakturen des Cond. radialis erbringt, konnte im eigenen Untersuchungsgut bestätigt werden. Eine genaue Einrichtung des Bruchstückes ist mit konservativen Methoden - wie die eigenen Fälle gezeigt haben - schwierig. Die Ergebnisse nach geschlossener Reposition waren daher überwiegend unbefriedigend, während die frühzeitige offene Reposition und Osteosynthese gute und sehr gute Heilungsergebnisse erzielte.

Die 3 Frakturen des Epicondylus radialis bei 11- und 12jährigen Kindern (kleine Aussprengungen mit geringer Dislokation) erwiesen sich als problemlose Verletzungen. Sie zeigten nach Gipsfixation klinisch und röntgenologisch Restitutio ad integrum, bis auf eine nur im Röntgenbild erkennbare Hypertrophie des Cond. radialis, die in 1 Fall gefunden wurde.

FRAKTUREN IM BEREICH DES CONDYLUS ULNARIS

1. Frakturen des Epicondylus ulnaris

Die Verletzungen des Epic. ulnaris traten bei Kindern zwischen 5 und 14 Jahren auf, am häufigsten im Alter von 13 Jahren. Wittich fand in seinem Untersuchungsgut die gleiche Altersverteilung, Fahey stellte ein Durchschnittsalter von 11,5 Jahren fest.

Die untere Altersgrenze läßt sich mit dem Erscheinen des Knochen-

kernes des Epic. ulnaris erklären, der erst im 5. Lebensjahr sichtbar wird. Die Bevorzugung der älteren Kinder hängt mit dem Frakturmechanismus zusammen: Nach Ehalt ist der Abriß des Epic. ulnaris als Folge eines Mißverhältnisses zwischen Beanspruchung und Leistungsfähigkeit des wachsenden Skelets anzusehen. Ein plötzlicher Zug am ulnaren Seitenband und den Flexoren des Unterarmes, die am Epicondylus ihren Ursprung haben, kann diesen leicht losreißen, zumal er in diesem Alter nur knorpelig mit dem Humerus verbunden ist. Daß gerade Sportler mit ihrer im Vergleich zum Knochensystem kräftig entwickelten Muskulatur häufig von dieser Verletzung betroffen werden, wie es sowohl die Untersuchungen von Ehalt, Sewcz und Schumpelick, als auch die eigenen (Tab. 20, S. 39) zeigten, ist somit kein Zufall.

Außer diesem indirekten Frakturmechanismus ist aber auch das direkte Trauma als Ursache der Apophysenlösung denkbar, denn der Epicondylus ulnaris ist durch seine exponierte Lage einem Stoß oder Sturz relativ ungeschützt ausgesetzt. 11 von 27 Patienten gaben als Unfallursache einen Fall auf das Ellbogengelenk an.

Die Verteilung von Knaben und Mädchen war mit 15/12 nahezu gleich, im Gegensatz zu den Beobachtungen von Baumann, Künzli und Wittich, die bei Brüchen des ulnaren Epicondylus ein starkes Überwiegen der Knaben feststellten (61/21; 10/1; 47/17). In der Seitenverteilung der Frakturen fand sich ebenfalls kein wesentlicher Unterschied (15 rechts, 12 links), was auch bei Wittich der Fall war (29 rechts, 35 links).

Die gleichzeitige Luxation des Ellbogengelenkes, die Schumpelick durchweg als Voraussetzung des Apophysenabrisses annimmt und die Fahey in über 50%, Baumann in $\frac{1}{3}$ der Fälle sah, war nur bei 5 von 27 Patienten nachzuweisen. Im Augenblick der Verletzung wäre sie wahrscheinlich häufiger festzustellen gewesen, denn auch bei 2 Patienten mit Verlagerung des Fragmentes in den Gelenkspalt, die ja nur durch einen Kapselriß möglich ist, fehlte die Luxation bei der Aufnahme. Traumatisch bedingte Ulnarisschäden werden allgemein als selten bezeichnet und waren auch in unserem Krankengut nicht zu beobachten.

Entsprechend der Wirkung des Muskelzuges war der abgebrochene Epi-

condylus meist mehr oder weniger stark nach distal und ulnar abgekippt. Geringe Seitverschiebungen kamen bei Teilausrissen aus der Apophyse vor. Nur bei 4 Patienten hatte sich das losgelöste Bruchstück im Gelenkspalt verklemmt.

Die Frakturen des Epic. ulnaris wurden vorwiegend konservativ behandelt, indem das verletzte Gelenk mit oder ohne vorangegangene geschlossene Reposition bei rechtwinkliger Beugung im Gipsverband ruhiggestellt wurde. Als absolute Indikation zur Operation galt, wie üblich, die Interposition des Fragmentes. Darüberhinaus wurden auch 3 Frakturen mit Kippung des Bruchstückes um ca 90° nach unten seitlich operativ versorgt. In allen Fällen wurde der abgerissene Epicondylus wieder in seine ursprüngliche Lage gebracht und je nach Größe mit einer Schraube, einem Nagel oder 2 Kirschnerdrähten fixiert.

Die Nachuntersuchungsergebnisse 1-9 Jahre nach Behandlung waren durchweg gut. Sämtliche operativ behandelten Frakturen waren funktionell und anatomisch folgenlos verheilt. Lediglich ein geringes Reizwachstum des Condylus oder Epicondylus ulnaris deutete bei einigen dieser Patienten auf die erlittene Knochenverletzung hin. Nicht ganz so spurlos waren die 19 konservativ behandelten Frakturen geblieben. Auch nach geschlossener Einrichtung zeigten die meisten abgebrochenen Apophysen nur fibröse Heilung, bei 5 Patienten hatte sich ein Cubitus valgus von 5° (1 mal 10°) entwickelt, eine Beuge-, Streck- oder Pronationshemmung von 10° trat bei 4 Patienten auf, 6 Patienten klagten über subjektive Beschwerden (Druckschmerz über dem Epic. ulnaris, Wetterföhligkeit, Schmerzen bei maximaler Beugung oder Streckung, Schwäche des Gelenkes bei stärkerer Anstrengung). Einmal wurde bei sonst völlig normalen Befunden eine Sensibilitätsstörung im Ulnarisbereich festgestellt, die auf eine sekundäre Schädigung des Nerven durch narbige Verwachsungen im Sulcus schließen läßt. Bei 3 Patienten hatte der seitlich und distal verschobene, hypertrophierte Epicondylus zu einer sichtbaren Deformierung der ulnaren Gelenkregion geführt.

Morger ist mit anderen Autoren (Bandi; Grob; Kluge; Smith; Witt, Rettig) der Ansicht, daß das funktionelle Resultat auch bei nicht ganz idealer Stellung und nur fibröser Bindung des Bruchstückes so

gut sei, daß man ein aktives Vorgehen bei diesen Frakturen (ausgenommen solche mit Interposition und Ulnarisparesie) nicht rechtfertigen könne. In seinem eigenen Krankengut hat er bei 6 von 10 konservativ behandelten Epicondylus-Abrissen Beugehemmungen von $5-10^{\circ}$ beobachtet. Entschieden lehnt L.Böhler die operative Therapie ab, da er häufig nach Metallfixation des Epicondylus langdauernde Bewegungseinschränkungen gesehen habe. Eklöf, Nordstrand, Skog, die über die Resultate von 89 teils konservativ, teils operativ behandelten Abrißfrakturen bei Kindern berichten, haben nach operativer Therapie vergleichsweise etwas häufiger Funktionsausfälle festgestellt. Sie möchten deshalb die Indikation zur offenen Reposition streng auf die seltenen Fälle mit Interposition des Fragmentes und Ulnarisparesie begrenzen. Auch Kluge beschreibt nach operativer Fixation Funktionseinschränkungen und Beschwerden (Druck- und Bewegungsschmerz) und ist daher eher für die konservative Behandlungsweise. Smith betont, daß eine Reposition stärker dislozierter Apophysenabrissse mit geschlossener Methode kaum möglich sei bzw. nicht aufrechterhalten werden könne. Dennoch hält er eine Operation in solchen Fällen nur dann für erforderlich, wenn sich innerhalb der ersten 2 Wochen nach der Verletzung Ulnarissymptome einstellen. Ansonsten nimmt er die fibröse Heilung in Kauf, da sie nach seinen Erfahrungen keine späteren Bewegungsstörungen oder Schmerzen zur Folge habe.

Über die Auswirkungen disloziert belassener Apophysen sind einige Autoren anderer Meinung: Baumann, Matti und Wittich haben beobachtet, daß der dislozierte Epicondylus, wenn er mit der Gelenkkapsel verwächst, Störungen der Gelenkbeweglichkeit verursachen kann. Sie fordern deshalb bei größeren, stark verschobenen Fragmenten entweder die operative Reposition und Fixation, oder die Exzision derselben. Auch Blount sieht bei starker Dislokation des Bruchstückes die Gefahr langdauernder Beugedeformierung mit bleibender Schwächung der Flexion und hält bei einer Diastase über 5 mm zumindest bei Knaben (bei Mädchen möchte er die störende Operationsnarbe vermeiden) die blutige Reposition für angebracht. Ehalt, der früher Epic.ulnaris-Abrisse mit stärkerer Verschiebung konservativ behandelt hatte, fand bei $1/3$ der Patienten subjektive Beschwerden, Oberarmumfangdifferenzen und eine regelmäßig auftretende Pseudarthrose, die in einigen Fällen mit einer

mäßigen Valgusvermehrung gekoppelt war. Er schreibt dies dem stärkeren Zug der Streckmuskulatur an der Radialseite des Unterarmes zu und befürwortet ebenfalls die operative Reposition und Fixation des Bruchstückes bei deutlicher Verschiebung. Schumpelick weist darauf hin, daß es bei pseudarthrotischer Anheilung zu einer Refixation des medialen Bandapparates unter relativer Verlängerung komme, deren Folge ein in der Pronation geschwächter Unterarm in Valgusstellung mit drohender sekundärer Ulnarisschädigung sei. Er empfiehlt deshalb die blutige Reposition bei einer Dislokation des Fragmentes über 4 mm. Auch für Lutzeyer und Guse, Pap und Szentpétery, Salter und Harris und Wustmann ist der Zustand des ulnaren Seitenbandes entscheidend. Sobald pathologische Ab- und Adduktionsbewegungen möglich sind, sorgen sie für eine operative Wiederherstellung der normalen anatomischen Verhältnisse, um einem Cubitus valgus und einer Funktionsschwäche vorzubeugen.

Die nachteiligen Folgen der operativen Therapie (Bewegungseinschränkung, Beschwerden), die L.Böhler, Eklöf, Nordstrand, Skog und Kluge beschreiben, waren im eigenen Krankengut bei keinem der operativ behandelten Fälle festzustellen. Dagegen zeigten 10 der insgesamt 19 konservativ behandelten Patienten die von Baumann, Blount, Ehalt und Schumpelick beobachteten Störungen disloziert verheilte Frakturen: Cubitus valgus, Funktionseinschränkung, subjektive Beschwerden. Die Valgusvermehrung war allerdings so gering, daß sie weder kosmetisch von Bedeutung, noch Anlaß zu einer sekundären Ulnarisparese sein dürfte. Auch die Funktionseinschränkung, die nie mehr als 10° betrug, wird von den Patienten wohl kaum als hinderlich empfunden. Auf Grund dieser Ergebnisse erscheint die von Bandi, Eklöf, Nordstrand, Skog, Grob, Kluge, Morger, Smith, Witt und Rettig vertretene Meinung begründet, daß bei Abrißfrakturen des ulnaren Epicondylus (außer solchen mit Interposition und Ulnarisparese) ein operatives Vorgehen nicht gerechtfertigt sei. Ob jedoch die subjektiven Beschwerden auch in Kauf genommen werden sollen, ist eine andere Frage, denn zumal die schmerzhaftige Beugung und Streckung und die Kraftminderung des Gelenkes dürften für die Betroffenen doch recht lästig sein. Daß sie durch eine exakte anatomische Reposition und Fixation weitgehend vermieden werden können, zeigen außer den eigenen Untersuchungen auch die von Künzli, von dessen 11 operativ behandelten Patienten nur 2 über

Wetterfähigkeit und 1 über Gelenkschmerzen bei strenger Arbeit klagten. (In allen 3 Fällen war die Reposition unvollständig geblieben!)

Ein weiterer Gesichtspunkt, der bei der Entscheidung pro oder contra Operation Beachtung verdient, wird von Ehalt angeführt. Er ist der Ansicht, daß die pseudarthrotische Heilung, die röntgenologisch das ganze Leben lang sichtbar bleibt, u.U. zu Ersatzansprüchen bei fremdem Verschulden führen kann und findet es deshalb besser, auf operativem Wege ein klinisch und röntgenologisch einwandfreies Dauerresultat zu erzielen.

Über die Behandlung veralteter Apophysenabrisse sowie über die Exstirpation des Fragmentes, die Fahey, Matzner, Pap und Szentpétery im Gegensatz zu allen übrigen Autoren ablehnen, da sie nach ihrer Meinung zumindest bei jüngeren Kindern die Ausbildung eines Cubitus valgus fördern und evtl. Wachstumsstörungen verursachen sollen, konnten im eigenen Krankengut keine Erfahrungen gesammelt werden. Die Therapie setzte nämlich durchweg am Unfalltage ein, und eine Fragmentexstirpation wurde in keinem Falle vorgenommen.

2. Frakturen des Condylus ulnaris

Isolierte Frakturen des Condylus ulnaris kommen im Kindesalter außerordentlich selten vor (Baumann; Blount; Maatz; Matzner; Witt, Rettig; Wustmann). Die Ursache dafür liegt nach Maatz und Matzner einmal in dem bei Kindern seltenen Unfallmechanismus (Stoß gegen die Ellenbeuge oder Fall auf den adduzierten Arm), zum andern in der Tatsache, daß durch die Trochlea, die noch bis zum 12. bis 13. Lebensjahr knorpelig bleibt, die einwirkenden Kräfte medial elastisch aufgefangen werden.

Auch im eigenen Krankengut wurden nur 3 isolierte Frakturen des Cond. ulnaris beobachtet, davon 1 bei einem 9jährigen und 2 bei 13jährigen Kindern. In 2 Fällen handelte es sich lediglich um eine Infraktion, im 3. Fall war der gesamte ulnare Condylus mit dem medialen Teil der Trochlea abgebrochen.

3 weitere Frakturen des Cond. ulnaris traten kombiniert mit Ver-

letzungen des Condylus radialis (2) und des Olecranon (1) auf. Auch hier lag das Unfallalter bei 12-13 Jahren.

Zur Behandlung der Brüche des Cond. ulnaris empfehlen Blount, Lutzeyer und Guse, Maatz, Matzner die baldige operative Reposition und Fixation mit 2 Kirschnerdrähten, Nagel oder Schraube, falls die manuelle Einrichtung nicht gelingt. Witt und Rettig sind der Ansicht, daß bei unwesentlicher Verschiebung mit konservativer Therapie funktionell tadellose Ergebnisse erzielt werden können und daß ein operativer Eingriff nur bei starker Destruktion der Gelenkflächen angezeigt sei. Dagegen warnt Baumann vor der Möglichkeit sekundärer Fragmentverschiebung bei konservativ behandelten, nicht oder gering dislozierten Frakturen und zieht im Zweifelsfall die blutige Reposition und Fixation durch Spickdrähte oder Zugschraube vor.

Nach Baumann und Maatz besteht - wie beim Cond. radialis - auch bei Brüchen des Cond. ulnaris die Gefahr der Pseudarthrosebildung mit Armwinkelfehlstellungen, falls eine fugenlose Anheilung des Bruchstückes nicht erreicht werden konnte. Darüberhinaus kann das freie Fragment noch nach Jahrzehnten zu einer Ulnarisparese führen. Baumann hat einen solchen Fall beschrieben, bei dem er 40 Jahre nach Abbruch des Cond. ulnaris (im 12. Lebensjahr) eine Pseudarthrose mit Cubitus varus und eine seit 2 Jahren bestehende Ulnarisparese beobachtet hatte.

Der einzige im eigenen Krankengut festgestellte Abbruch des Cond. ulnaris mit Abkippung des Fragmentes um 45° , der operativ mit 2 Spickdrähten versorgt worden war, konnte leider nicht nachuntersucht werden. Eine ähnliche Verletzung, kombiniert mit einer nicht dislozierten Längsfraktur des Cond. radialis, zeigte trotz einer nach konservativer Reposition und Gipsfixation noch verbliebenen Kippung von 45° 2 Jahre später sowohl klinisch als auch röntgenologisch ein einwandfreies Ergebnis. Schlecht war dagegen das Resultat einer schweren Luxationsfraktur (s. Pat. Nr. 84, S. 43) trotz sofortiger exakter anatomischer Reposition und Metallstiftfixierung. Die erheblichen Gelenkveränderungen und Funktionseinbußen, die bei der Nachuntersuchung auftraten, konnten in Anbetracht der optimalen Therapie zunächst nicht erklärt werden, bis das genaue Studium der Röntgenbilder vom Unfall-

und Entlassungstag eine damals unerkannte Fraktur des Cond.radialis enthüllte.

Die einzige isolierte Verletzung des Cond.ulnaris, die nachuntersucht werden konnte - eine Infraktion, bei der therapeutisch Gipsfixation für 4 Wochen erfolgte - war 4 Jahre nach dem Unfall folgenlos verheilt.

Da nur 1 isolierte Fraktur des Cond.ulnaris in ihrem Gesamtverlauf beobachtet werden konnte, läßt sich aus eigener Erfahrung über die Prognose dieser Verletzungen wenig aussagen. Die Heilungsergebnisse der 3 kombinierten Brüche wurden vorwiegend von Art und Schweregrad der Begleitverletzung bestimmt. Bei Luxationsfrakturen mit Abriß des Cond.ulnaris sollte immer auch nach einer evtl. Verletzung des Cond.radialis gefahndet werden, da eine unbehandelte Fraktur in diesem Bereich, wie der Fall des Patienten Nr.84 gezeigt hat, zu irreparablen Gelenkschäden führen kann.

FRAKTUREN IM BEREICH DES PROXIMALEN RADIUSENDES

Radiusköpfchenfrakturen wurden in unserem Krankengut bei Kindern zwischen 3 und 13 Jahren beobachtet, vor allem bei 7-10jährigen (12 von 23). Auch in den Untersuchungen von Fahey liegt das Durchschnittsalter bei 8 Jahren. Das Verhältnis von Knaben zu Mädchen betrug 8/15. Kuner, Weller, Vogl registrierten in ihrer Untersuchungsreihe, die allerdings Kinder und Erwachsene umfaßte, mit 65% ebenfalls ein Überwiegen der weiblichen Patienten. Über die Ursachen dieses Verteilungsunterschiedes lassen sich nur Vermutungen anstellen. So wäre es z.B. denkbar, daß das Radiusköpfchen auf Grund der meist stärkeren Valgität bei Mädchen einer Verletzung eher ausgesetzt ist, als bei Knaben.

Nach Terlep entstehen Radiusköpfchenfrakturen immer durch indirekte Gewalteinwirkung (Sturz auf Hand oder Unterarm). L.Böhler hält den direkten Frakturmechanismus für fraglich. Cotta dagegen räumt ein, daß auch ein gezielter Schlag seitlich gegen das Köpfchen eine Infraktion oder Fraktur hervorrufen könne. Im eigenen Krankengut

gaben 9 von 23 Patienten als Unfallursache einen Sturz auf das Ellbogengelenk an. Bei Kuner, Weller Vogl waren es 27,5% der 156 Patienten. Wenn auch der indirekte Frakturmechanismus bei Brüchen des Radiusköpfchens die Regel zu sein scheint, so ist doch auf Grund der eigenen Ergebnisse und der Beobachtungen von Kuner, Weller, Vogl das direkte Trauma als Unfallursache nicht auszuschließen.

Wie bei den übrigen Ellbogenfrakturen - mit Ausnahme der Brüche des Cond. radialis - bestand auch bei den Verletzungen des Radiusköpfchens kein Unterschied in der Seitenverteilung. Kuner, Weller, Vogl fanden auch nur ein unwesentliches Überwiegen der linksseitigen Frakturen (51,9% links, 48,1% rechts).

Bei dem Großteil der Verletzungen handelte es sich um die für das Kindesalter typischen Frakturen des Radius Halses mit mehr oder weniger starker Abkippung des proximalen Bruchstückes nach lateral. Reine Epiphysenlösungen kamen nicht vor, wohl aber solche mit Ausbruch eines kleinen Metaphysenkeils, meist mit Verschiebung nach volar oder dorsal und seitlicher Abknickung.

Auffallend häufig traten die Radiusköpfchenfrakturen mit Verletzungen des proximalen Ulnaendes auf (6 mal Olecranon, 1 mal Proc. coronoideus ulnae). Luxationen und andere Begleitverletzungen im Ellbogengelenk wurden nicht beobachtet.

Die Therapie der Radiusköpfchenfrakturen war vorwiegend konservativ, zumal es sich fast nur um gering dislozierte Frakturen handelte (16 von 23). Brüche mit Abkippung bis zu 15° bzw. Seitverschiebung bis 2 mm wurden unreponiert belassen und für 3-4 Wochen im Gipsverband fixiert. Auch 2 Fälle mit Achsenknickung von 30° wurden in dieser Weise behandelt. Entgegen der Feststellung von Salter und Harris, daß Kippungen über 15° zu dauernder Einschränkung der Pro- und Supination führen, waren beide Frakturen 1 und 3 Jahre nach dem Unfall folgenlos verheilt. Eine leichte Valgusvermehrung von 5-10° zeigten 3 Patienten, bei denen das Radiusköpfchen bei der Aufnahme um 2 mm nach lateral verschoben war. Alle übrigen Befunde der konservativ behandelten Brüche waren seitengleich. Dieses Resultat entspricht den Ergebnissen von Morger (bei 10 konservativ behandelten Frakturen 1 mal Valgus von 5°) und bestätigt die Erfahrungen vieler Autoren (Baumann;

Blount; Cotta; Ehalt; Fahey; Grob), daß geringe Achsenfehlstellungen durch das Wachstum weitgehend ausgeglichen werden und keine funktionellen Störungen hinterlassen.

Die operative Reposition wird von den meisten Autoren nur dann für nötig gehalten, wenn bei einer Fraktur mit stärkerer Dislokation die manuelle Einrichtung nicht gelingt. Dies ist nach Blount, Ehalt, Fahey und Grob häufig bei Dislokationen des Köpfchens von mehr als 60° und immer bei totaler Lösung des Capitulum mit Abwinkelung von 90° der Fall. J. Böhler operiert sogar schon bei einer Kippung von mehr als 10° . Im eigenen Krankengut erwies sich einmal bei einem Achsenknick von 45° das intakte Lig. anulare als Repositionshindernis, so daß das Köpfchen operativ eingerichtet werden mußte. Die Fraktur verheilte ohne Knochenfixation ad integrum. Bei den übrigen 3 offen reponierten Fällen handelte es sich um 2 Frakturen mit Verkipfung 60° und um eine vollständige Lösung des Radiusköpfchens mit lateraler Abwinkelung von 90° . Die Heilungsergebnisse waren unterschiedlich, obgleich in allen 4 Fällen eine exakte Wiederherstellung der Gelenkflächen erreicht werden konnte: 2 Frakturen heilten folgenlos aus, die beiden anderen zeigten starke funktionelle Beeinträchtigungen und subjektive Beschwerden (s. Patienten Nr. 3 und Nr. 20, S. 46). Wahrscheinlich hat bei den beiden letztgenannten Fällen eine traumatische Schädigung des Lig. anulare vorgelegen, denn diese führt durch sekundäre Schrumpfung oder Verknöcherung des Bandes erfahrungsgemäß zu späteren Störungen der Funktion (Cotta; Matzner).

Bei durchweg allen Frakturen ließ sich - wie es auch Terlep beschrieben hat - eine Vergrößerung oder auch Verplumpung des Radiusköpfchens bzw. -halses als Ausdruck des durch die Fraktur hervorgerufenen Reizwachstums feststellen. Die Differenz des Durchmessers gegenüber dem des unverletzten Capitulum betrug meist 2-3 mm, in Einzelfällen 4-5 mm. Bei einigen Patienten wurde das Capitulum humeri ebenfalls von diesem Mehrwachstum betroffen. Funktionelle Störungen ergaben sich aus diesen Veränderungen nicht (ausgenommen Pat. Nr. 20), wohl aber waren sie Ursache für die bei 3 Patienten beobachtete leichte Valgusvermehrung.

Die begleitenden Olecranonfrakturen, die alle nur geringfügiger Art waren, hatten keinen erkennbaren Einfluß auf das Heilungsergebnis.

Die Untersuchungsergebnisse von 22 Radiusköpfchenfrakturen haben im wesentlichen folgendes gezeigt:

1. Eine Vergrößerung oder Verplumpung der proximalen Radiusepiphyse als Folge der Fraktur war häufig festzustellen.
2. Gering dislozierte Frakturen mit Kippung des Köpfchens bis zu 30° heilten bei konservativer Therapie (Gipsfixation) meist ad integrum aus.
3. Die Heilungserfolge der 4 operativ behandelten, stark dislozierten Frakturen waren in 2 Fällen sehr gut, in 2 Fällen schlecht. Die in den letztgenannten Fällen festgestellte erhebliche Einschränkung der Drehbewegung ist jedoch sehr wahrscheinlich nicht auf die Therapie zurückzuführen, sondern auf eine primäre Schädigung des Lig. anulare mit folgender narbiger Schrumpfung bzw. Verknöcherung des Bandes.

FRAKTUREN IM BEREICH DES PROXIMALEN ULNAENDES

1. Frakturen des Olecranon

In unserem Krankengut kamen nur 11 isolierte Olecranonfrakturen vor, 8 weitere traten in Verbindung mit Frakturen des Radiusköpfchens (6) und des Condylus und Epicondylus ulnaris (je 1) auf. Die isolierten Brüche fanden sich bei Kindern zwischen 3 und 12 Jahren.

7 Verletzungen ereigneten sich durch ein direktes Trauma, 4 Patienten gaben einen Fall auf den Unterarm an.

Meist handelte es sich um nicht dislozierte Längsfrakturen der Metaphyse vor Erscheinen des Olecranon-Knochenkernes, nur 2 mal wurde ein Querbruch der Olecranonspitze beobachtet.

Nach Ehalt verhindert der dicke Periostschlauch bei Kindern - im Gegensatz zu den Olecranonfrakturen Erwachsener - meist die Diastasebildung zwischen den Fragmenten. Im eigenen Krankengut wurde auch nur einmal eine stärkere Dislokation des proximalen Bruchstückes gefunden. Diese Fraktur, bei der die Olecranonspitze durch den Zug der Tricepsmuskulatur um ca 90° nach hinten oben gekippt und die aktive Streckung ausgefallen war, wurde konservativ reponiert und anschließend durch

einen Gips in Streckstellung fixiert (vgl. Fallbeschreibung Pat. Nr.12, S.47).

Matti empfiehlt bei jeder wesentlichen Dislokation eine operative Reposition und Fixation, da sonst die Gefahr einer fibrösen Heilung mit dauerndem Streckdefekt und Herabsetzung der groben Kraft bestehe. Auch Baumann, Lutzeyer und Guse und Matzner sind dieser Meinung. Blount dagegen betrachtet den Extensionsgips auch bei dislozierten Frakturen als Methode der Wahl. Auch Ehalt, Grob, Morger haben nach rein konservativer Therapie keine Dauerschäden bemerkt. In neuerer Zeit wird bei kindlichen Olecranonfrakturen auch die Zuggurtungsosteosynthese nach WEBER angewandt. Der Vorteil dieser Methode besteht - abgesehen von der stabilen knöchernen Fixation - darin, daß die postoperative Ruhigstellung des Gelenkes auf wenige Tage beschränkt werden kann und frühzeitige aktive Bewegungsübungen möglich sind. Für die Behandlung Erwachsener, bei denen die früher notwendige längere Gipsfixation in Streckstellung häufig zur Gelenkversteifung geführt hatte, bedeutet die Zuggurtungsosteosynthese zweifellos einen wesentlichen Fortschritt. Beim Kind jedoch sind Funktionsschäden durch längere Ruhigstellung nicht zu befürchten, außerdem kommen nach Blount Pseudarthrosen bei kindlichen Olecranonfrakturen kaum vor, so daß die Zuggurtungsosteosynthese sicher nur bei älteren Kindern zu erwägen ist (J.Böhler; Witt, Walcher).

Das Heilungsergebnis der oben angeführten Fraktur spricht für die Ansicht von Blount, Ehalt, Grob und Morger: Obwohl nach 7wöchiger Ruhigstellung das Bruchstück nur bindegewebig mit dem Ulnaende verbunden war, zeigte sich 8 Jahre später klinisch und röntgenologisch eine Restitutio ad integrum.

Bei den übrigen 10 Frakturen, die bei erhaltenem Streckapparat keine oder nur minimale Dislokation aufwiesen, genügte die einfache Gipsfixation in Mittelstellung für 2-4 Wochen. Die Resultate nach 1-6 Jahren waren sehr gut, bis auf 2 Fälle mit endgradiger Funktionseinschränkung. Bei dem einen Patienten (gering dislozierte Fraktur der Olecranonspitze) bestand 3 Jahre nach dem Unfall ein Streckdefekt von 10° bei röntgenologisch einwandfreiem Befund. Der andere Patient (schalenförmige Aussprengung aus dem Olecranon) zeigte 1 Jahr nach Behandlung eine Beugehemmung von 10° und klagte außerdem über Gelenk-

schmerzen bei maximaler Beugung und Streckung. Auch hier ließ sich an Hand der Röntgenbilder kein Unterschied zur gesunden Seite erkennen, so daß es sich wahrscheinlich um eine vorübergehende Folge traumatisch bedingter Weichteilläsion handelte.

Nur bei 3 Patienten war eine Hypertrophie des proximalen Ulnaendes festzustellen (Reizwachstum), von der in geringem Maße auch das Radiusköpfchen betroffen war.

Die eigenen Untersuchungsergebnisse bestätigen die Erfahrungen anderer Autoren (Blount; Ehalt; Morger), daß die Prognose kindlicher Olecranonfrakturen auf Grund der meist geringfügigen Knochenverletzung durchweg sehr gut ist.

2. Fraktur des Processus coronoideus ulnae

Ein Fall mit isolierter Absprengung eines Knochenfragmentes aus der Spitze des Proc.coronoideus ulnae wurde bei einem 11jährigen Jungen beobachtet. Therapeutisch erfolgte nur Gipsfixation für einige Wochen. 8 Jahre später war das abgebrochene Fragment röntgenologisch als freier Gelenkkörper sichtbar. Abgesehen von einem Knacken, das der Patient zuweilen bei der Pronation verspürte, waren alle Befunde normal. Trotz dieses günstigen Resultates besteht jedoch nach Baumann die Gefahr einer frühen sekundären Arthrose, da freie Körper durch Druck örtliche Knorpelschäden, dadurch eine Inkongruenz der Gelenkflächen und in der Folgezeit arthrotische Veränderungen verursachen können.

ALLGEMEINE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Im folgenden sollen noch einige Ergebnisse aufgezeigt werden, die das Gesamtkollektiv der Ellbogenfrakturen betreffen.

Als häufigste Frakturfolge (32 von 96) zeigten sich bei der Nachuntersuchung Armwinkelfehlstellungen meist geringen, teilweise aber auch beträchtlichen Ausmaßes (Tab.11, S.25). Die Ellbogengelenkbeweglichkeit war in der Mehrzahl der Fälle ungestört, bei 22 Patienten

endgradig bis mäßig behindert und nur 6 mal hochgradig eingeschränkt (Tab.9, S.24). Am häufigsten wurden geringe Beuge- und Streckhemmungen beobachtet, während die Rotation nur in einigen Fällen gestört war. Schwere anatomische Gelenkveränderungen (Pseudarthrose, Gelenkdeformierungen, sekundäre Arthrose) waren selten, häufig dagegen deutete ein überschießendes Wachstum im Epiphysenbereich auf die erlittene Fraktur hin (54 Fälle). Subjektive Beschwerden (25 Fälle) und kosmetisch auffällige Deformierungen des Ellbogenbereiches (19 Fälle) kamen mehrfach vor, während Muskelverschwächigungen am Ober- und Unterarm (9 Fälle) und Parästhesien im Arm- und Handbereich (4 Fälle) zu den seltenen Befunden gehörten (Tab.14, S.28).

Nach allgemeiner Erfahrung spielt der Zeitraum zwischen Unfall und Nachuntersuchung bei der Beurteilung der Heilungsergebnisse kindlicher Ellbogenfrakturen eine wesentliche Rolle. Wachstumsstörungen, Gelenkveränderungen (sekundäre Arthrose) und Funktionsstörungen sowie Nervenlähmungen können sich u.U. erst nach vielen Jahren einstellen (Baumann; Blount). Im eigenen Krankengut zeigte sich kein statistisch nachweisbarer Unterschied im Verhältnis der sehr guten, guten, genügenden und schlechten Resultate 1-2 und 3-10 Jahre nach der Verletzung. Der Einfluß des Zeitfaktors bei kleineren Zeitintervallen konnte auf Grund des zahlenmäßig kleinen Krankengutes nicht nachgeprüft werden (Tab.7, S.22).

Als wesentliche Punkte, die die Prognose der Ellbogenfrakturen bestimmten, ergaben sich im eigenen Untersuchungsmaterial Schweregrad und Lokalisation der Fraktur und Art und Zeitpunkt der Therapie.

Von großer Wichtigkeit war der primäre Schweregrad der Knochenverletzung. Während nicht oder gering dislozierte Frakturen bei der Nachuntersuchung ausnahmslos gute und sehr gute Resultate zeigten, konnte bei 11 von 42 stark dislozierten Brüchen nur ein genügendes oder schlechtes Gesamtergebnis gefunden werden (Tab.8, S.23).

Was die Frakturlokalisation betrifft, so fiel auf, daß die Brüche des Condylus radialis nicht nur die häufigsten, sondern auch bei weitem die prognostisch ungünstigsten Knochenverletzungen in diesem Gebiet waren. Von insgesamt 10 schlechten Resultaten entfielen 7 auf Patienten mit Frakturen des Condylus radialis! Bei keiner anderen Bruchart war die Therapie von so entscheidender Bedeutung, denn

schwer dislozierte Frakturen, die sofort exakt reponiert und stabil fixiert wurden, hatten überwiegend gute und sehr gute Heilungserfolge. Geling es jedoch nicht, die Fragmentverschiebung nachhaltig zu beseitigen oder wurde die Reposition zu spät vorgenommen, so traten schwere Wachstumsstörungen auf (Tab.15, S.32, Tab.19, S.37). Dagegen war bei den Brüchen des proximalen Radiusendes, des Condylus ulnaris und des Olecranon auch bei nicht idealer Stellung des Fragmentes eine Restitutio ad integrum meist zu beobachten. Auch der disloziert belassene Abriß des Epicondylus ulnaris hinterließ nie gravierende Störungen. Die Ursache für die besondere Gefährdung der Frakturen des Condylus radialis liegt wohl in der umfangreichen Schädigung der Wachstumsfuge, die von der Bruchlinie meist in voller Breite durchquert wird, während die Beeinträchtigung bei den übrigen Frakturen weitaus geringer ist.

Das Reizwachstum als Ausdruck der Epiphysenverletzung war dementsprechend bei Brüchen des Condylus radialis deutlich stärker ausgeprägt als bei den übrigen Frakturen. Statistisch konnte nachgewiesen werden, daß Armwinkelfehlstellungen als Folge der Wachstumsbeschleunigung häufiger nach Brüchen des Condylus radialis als nach anderen Ellbogenfrakturen vorkamen (Tab.12, S.26). Achsengerecht und gering disloziert verheilte Brüche neigten weniger zu Armwinkelfehlstellungen von mehr als 5° als solche, bei denen das Bruchstück in starker Dislokation verblieben war (Tab.13, S.26). Gerade diese häufige, kosmetisch und funktionell zum Teil recht störende Frakturfolge läßt sich also durch eine anatomisch exakte Reposition wenn auch nicht völlig vermeiden, so doch wenigstens insgesamt vermindern. Daß ein idealer Fragmentstand nur selten auf konservativem Wege, fast immer jedoch durch operative Maßnahmen erreicht werden konnte, zeigte das röntgenologische Therapie-Ergebnis der 74 primär dislozierten Frakturen (Tab.6, S.20). Auch in Bezug auf das Gesamtheilungsergebnis stark dislozierter Frakturen wurde die Überlegenheit der operativen Behandlung deutlich: von 20 sofort operativ reponierten und fixierten Brüchen waren 12 folgenlos verheilt; von 12 manuell eingerichteten dagegen nur 2! (Tab.8, S.23). Schlechte Heilungsergebnisse nach sofortiger Operation wurden nur in 3 Fällen beobachtet: 2 mal handelte es sich um schwer verschobene Radiusköpfchenfrakturen mit traumatischer

Schädigung des Lig. anulare, wodurch es trotz exakter Fragmentstellung später zu starken Rotationseinschränkungen kam (s. Patienten Nr.3 und Nr.20, S.46), und einmal war eine offen reponierte und fixierte Fraktur des Condylus ulnaris deshalb schlecht verheilt, weil ein gleichzeitiger Bruch des Condylus radialis übersehen worden war (s. Pat.Nr.84, S.43).

Der Einfluß der passiven Nachbehandlung (Massage, Bäder, Wärmeapplikation) auf die Frakturheilung war im eigenen Krankengut schwer zu beurteilen. Während geringfügige Verletzungen trotz Durchführung dieser Maßnahmen folgenlos verheilten, waren bei 3 primär stark dislozierten Brüchen (vergl. Fallbeschreibungen der Pat. Nr.1, S.31, Nr.3 und Nr.20, S.46) erhebliche Funktionseinschränkungen festzustellen. Diese 3 Frakturen hatten nicht nur wegen der starken Fragmentverschiebung, sondern darüberhinaus auch wegen der stets vorliegenden Schädigung des Kapsel-Band-Apparates ohnehin schon eine schlechte Prognose. Ein zusätzlicher negativer Einfluß der Nachbehandlung auf die Heilungsergebnisse dieser Frakturen läßt sich daher nicht mit Sicherheit nachweisen. Schwere Gelenkzerstörungen, wie sie z.B. Hofmann nach forcierten Beugeübungen beschrieben hat, wurden jedenfalls nicht beobachtet. Über die Wirksamkeit krankengymnastischer Übungen, die von den meisten Autoren abgelehnt, neuerdings aber wieder in der russischen (Kuksov, 1969) und deutschen Literatur (Wolf, 1970) empfohlen werden, bestehen keine eigenen Erfahrungen. Da jedoch, wie die vorliegenden Untersuchungen gezeigt haben, auch ohne eine solche Nachbehandlung sehr gute funktionelle Ergebnisse zu erzielen sind, dürften derartige Maßnahmen bei Kindern nicht nur überflüssig erscheinen, sondern in Anbetracht des erforderlichen Kostenaufwandes auch abzulehnen sein.

Die Auswirkungen gleichzeitiger Ellbogenluxationen auf das Heilungsergebnis der Frakturen konnte bei 14 Patienten untersucht werden. Blount und L.Böhler beschreiben als häufigste Folge derartiger Verletzungen langdauernde oder bleibende Funktionseinschränkungen, die hauptsächlich durch Schädigung der Weichteile (Muskel- oder Kapselschrumpfung) hervorgerufen werden. Auch im eigenen Krankengut war die Zahl der Fälle mit Funktionsstörungen nach Luxationsfrakturen auffällig höher als nach Brüchen ohne Verrenkung (Tab.10, S.25).

Baumann ist auf Grund seiner Untersuchungsergebnisse überzeugt, daß Luxationen in Verbindung mit Frakturen des Epicondylus ulnaris bezüglich der Gelenkbeweglichkeit eine schlechtere Prognose haben als solche, die mit einer Verletzung des Condylus radialis einhergehen. Blount hält dagegen die Luxationsfrakturen des Condylus radialis für prognostisch ungünstiger. Die Resultate der eigenen Untersuchungen sprechen mehr für die Ansicht von Blount, denn von 5 Frakturen des Epicondylus ulnaris mit Luxation waren nur 2 mit einer geringfügigen Bewegungseinschränkung (10°) verheilt, während bei Luxationsfrakturen des Condylus radialis wesentlich stärkere Bewegungseinbußen festzustellen waren. Da es sich bei den letztgenannten Frakturen - um Gegensatz zu den Brüchen des Epicondylus ulnaris - jedoch um erhebliche Knochenverletzungen mit Schädigung der Wachstumsfuge handelte, sind die Bewegungsstörungen in erster Linie auf die daraus resultierenden anatomischen Gelenkveränderungen zurückzuführen. Ob und inwieweit die durch die Luxation verursachte Weichteilschädigung das funktionelle Resultat beeinträchtigt hat, ist schwer zu ermitteln. Bewegungsbehinderungen ohne röntgenologisch sichtbare Gelenkveränderungen kamen bei 3 von 7 Fällen vor. Hier ist eine Verletzung der Kapsel als ursächlicher Faktor wahrscheinlich. In den anderen Fällen spielen die Luxationen wohl hauptsächlich deshalb eine Rolle, weil sie das Ausmaß der Knochenverletzung und den Grad der Dislokation verstärkt und schon dadurch die Prognose ungünstig beeinflußt hatten.

F. ZUSAMMENFASSUNG

Nach Darstellung der Problematik kindlicher Ellbogenfrakturen an Hand bekannter Publikationen wurde berichtet über 113 Stückbrüche des Ellbogengelenkes bei Kindern bis zu 14 Jahren, die in einem Zeitraum von 10 Jahren (1958 - 1967) in der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz behandelt worden waren. Wegen des inhomogenen Krankengutes konnten nur einige Häufigkeitsverteilungen mit dem χ^2 -Test statistisch überprüft werden.

Die jüngsten Kinder waren zur Zeit des Unfalls 3 Jahre alt. Eine Häufung der Frakturen in bestimmten Altersgruppen konnte statistisch nicht festgestellt werden. Knaben erlitten auffällig häufiger als

Mädchen eine Ellbogenfraktur (67/46). In der Seitenverteilung der Brüche fand sich statistisch kein Unterschied (50 rechts, 63 links). Hauptunfallursache bildeten Spielunfälle (65 Fälle). Die Frakturen des Condylus radialis standen an der Spitze der untersuchten Brüche (37,2%), gefolgt von den Frakturen des Epicondylus ulnaris (23,2%) und des Radiusköpfchens (20,4%). Isolierte Frakturen des Olecranon (9,7%), des Condylus ulnaris (5,3%), des Epicondylus radialis (2,6%) und des Proc.coronoideus ulnae (0,9%) wurden nur selten beobachtet. Brüche mit gleichzeitiger Verrenkung des Ellbogengelenkes kamen in 15% der Fälle vor.

Die Therapie war vorwiegend konservativ (89 Pat.). Nicht und gering dislozierte Frakturen wurden lediglich im Gipsverband ruhiggestellt. Bei einem Teil der Brüche mit starker Fragmentverschiebung erfolgte die geschlossene Reposition mit anschließender Gipsfixation, während die Mehrzahl dieser Verletzungen (24 Pat.) operativ behandelt wurde (blutige Reposition und Osteosynthese mit Kirschnerdraht, Nagel oder Schraube).

96 Patienten wurden 1-10 Jahre nach dem Unfall klinisch und röntgenologisch nachkontrolliert. Die Heilungsergebnisse (Beurteilung in Anlehnung an Morger, s.S.21) waren im allgemeinen sehr gut (51 Pat.) und gut (32 Pat.), in nur wenigen Fällen genügend (3 Pat.) und schlecht (10 Pat.).

Als wesentlich für die Prognose kindlicher Ellbogenfrakturen erwiesen sich Frakturlokalisation, primärer Dislokationsgrad und Therapie.

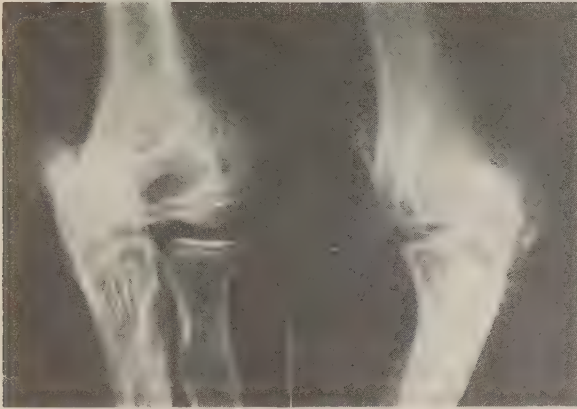
Die Frakturen des Condylus radialis zeigten bei konservativer Behandlung gute bis sehr gute Heilungsergebnisse, sofern es sich um nicht dislozierte Brüche handelte. Bei starker Fragmentverschiebung stellte sich die konservative Reposition als ungenügend heraus, da sie meist nicht in der Lage war, exakte anatomische Verhältnisse wiederherzustellen. Schwere Wachstumsstörungen (Pseudarthrose, Gelenkdeformierung, Cubitus varus und - valgus) und Funktionseinschränkungen waren als Folgen zu beobachten. Die sofortige operative Reposition und stabile Osteosynthese erbrachte dagegen gute Spätresultate.

Die Frakturen des Epicondylus ulnaris verheilten nach operativer Therapie stets folgenlos. Die Mehrzahl der konservativ behandelten Brüche zeigte nur pseudarthrotische Heilung, die in einigen Fällen verbunden war mit leichter Funktionsbehinderung, geringem Cubitus valgus und subjektiven Beschwerden.

Radiusköpfchenfrakturen hatten sowohl nach konservativer, als auch nach operativer Behandlung gute Resultate. Verbliebene Achsenfehlstellungen bis zu 30° wurden durch das Wachstum weitgehend ausgeglichen. Nur in 2 Fällen kam es durch traumatische Schädigung des Lig. anulare zu hochgradiger Einschränkung der Rotation.

Gut waren ebenfalls die Ergebnisse nach Frakturen des Olecranon, des Epicondylus radialis und des Condylus ulnaris, die bei konservativer Therapie ohne wesentliche funktionelle und anatomische Störungen verheilten.

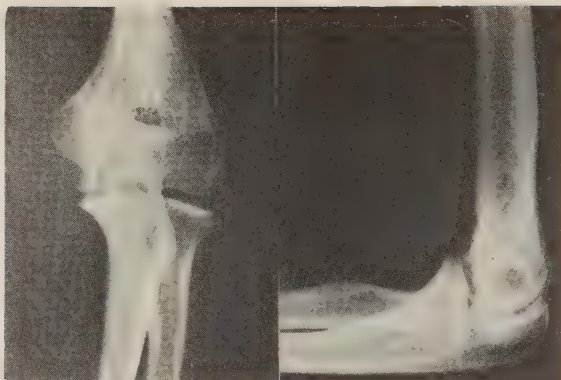
Das Reizwachstum als typische Folge kindlicher Epiphysenverletzungen war auch im eigenen Krankengut häufig zu beobachten. Es führte bei geringer Ausprägung zur Devalgisierung und minimaler Beuge- bzw. Streck einschränkung, in einigen extremen Fällen zum Cubitus varus, zu sichtbaren Deformierungen des Gelenkbereiches (laterale und mediale Protuberanz) und erheblichen Funktionsbehinderungen. Die negativen Auswirkungen der Wachstumsbeschleunigung zeigten sich vor allem bei Frakturen des Condylus radialis, da hier der Epiphysenbereich meist in weitaus stärkerem Maße betroffen wurde als bei den übrigen Ellbogenbrüchen. Durch exakte und dauerhafte Wiederherstellung der normalen Gelenkverhältnisse, die am ehesten, wie die eigenen Untersuchungen gezeigt haben, durch operative Maßnahmen zu erreichen war, konnten diese Frakturfolgen weitgehend vermieden werden.

G. ANHANG (Röntgenbilder)Abb. 1 : S., B., 11 Jahre (Pat. Nr. 1, vgl. S. 31)

- a. Stückbruch des linken Ellbogengelenkes mit Luxation der Ulna, Abbruch des Condylus radialis mit Dislokation nach dorsal, Abbruch des Condylus ulnaris mit Versetzung nach ulnar um $1/2$ Schaftbreite.



- b. Kontrollaufnahmen in Gips 6 Tage nach konservativer Reposition: Condylus ulnaris noch disloziert, Condylus radialis in achsengerechtem Stand.

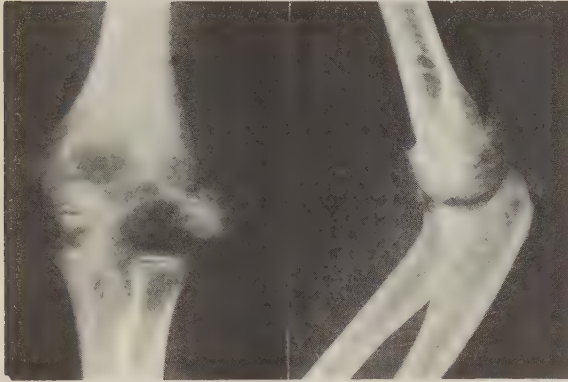


- c. Nachuntersuchungsergebnis 10 Jahre später: Vergrößerung und Deformierung des lateralen Humerusendes mit Hypertrophie des Condylus radialis als Folge des durch die Fraktur ausgelösten Wachstumsreizes, Cubitus varus 5° .

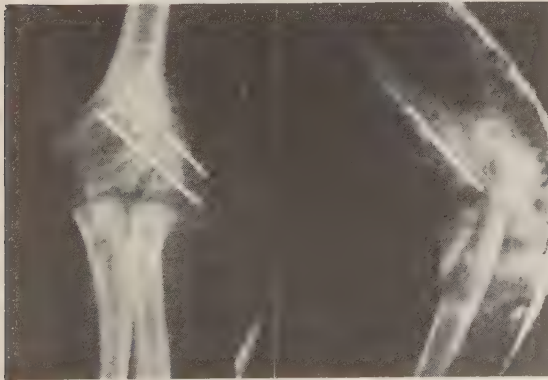


- d. Klinisches Bild bei der Nachuntersuchung: deutlicher Cubitus varus links. Differenz beider Armwinkel 20° .

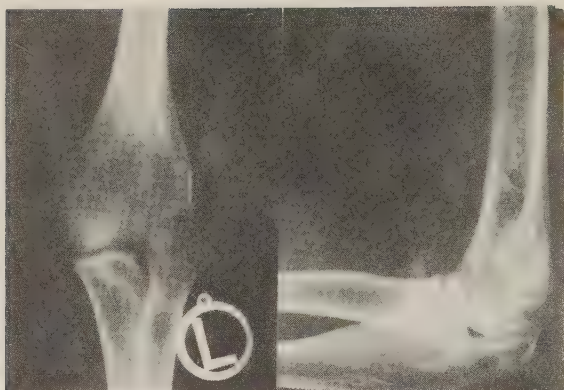
Abb. 2 : N.,K.-H., 13 Jahre (Pat. Nr.108, vgl. S.34)



- a. Zustand nach Luxationsfraktur des linken Condylus radialis, die in auswärtigem Krankenhaus konservativ reponiert und mit Gipsverband fixiert worden war. Bei der Aufnahme in unsere Klinik bestand- 4 Wochen nach dem Unfall- noch eine erhebliche Dislokation des Condylus radialis nach radial und volar.



- b. Achsengerechter Stand des Fragmentes nach operativer Reposition und Fixation mit 2 Spickdrähten (Entfernung der Drähte nach 7 Wochen).



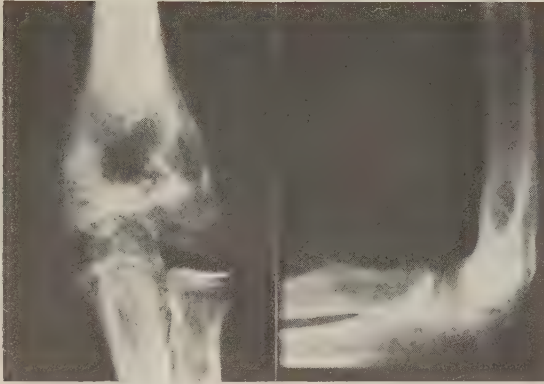
- c. Nachuntersuchungsergebnis 1 1/2 Jahre später: Deformierung des distalen Humerusendes mit abgeflachtem, im Wachstum zurückgebliebenen Condylus radialis, Radiusköpfchen kolbenförmig verdickt, Devalgisierung 5°.

Abb. 3 : R.,D., 13 Jahre (Pat. Nr.50, vgl. S.36)



Pseudarthrose des linken Ellbogengelenkes als Folge einer 4 Jahre zuvor erlittenen, konservativ reponierten Fraktur des Condylus radialis mit lateraler Hälfte der Trochlea und starker Kippung und Verdrehung des Bruchstückes. Der nach hinten, oben und außen dislozierte Condylus radialis ist durch einen 3-5 mm breiten Spalt vom Humerusschaft getrennt. Valguszunahme von 10° gegenüber der rechten Seite.

Abb. 4 : H., E., 13 Jahre (Pat. Nr. 44, vgl. S. 36)



Nachuntersuchungsergebnis einer konservativ reponierten Luxationsfraktur des linken Ellbogengelenkes mit Abbruch des Capitulum humeri und eines Teils des Condylus radialis (4 Jahre nach dem Unfall): angedeutete "Fischschwanz-Deformierung" des unteren Humerusendes mit partieller Zerstörung der Trochlea-epiphyse und weit ausladendem Condylus radialis. Devalgisierung 10° .

Abb. 5 : L., A., 7 Jahre (Pat. Nr. 36, vgl. S. 42)

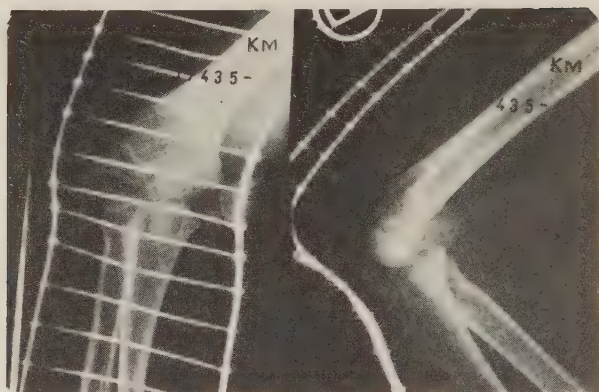


a. Querfraktur des Epicondylus ulnaris - Kernes li. mit Dislokation des gelenkfernen Fragmentes um ca 3 mm nach hinten, außen.

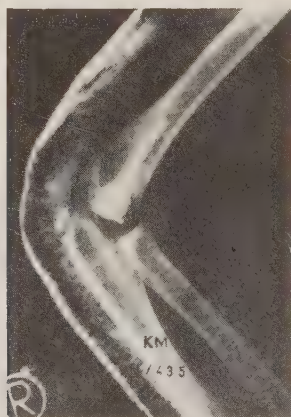


b. Kontrolle nach 5 Jahren: Gelenknahes Fragment fugenlos angeheilt, andere Hälfte in ursprünglich dislozierter Stellung nur fibrös gebunden.

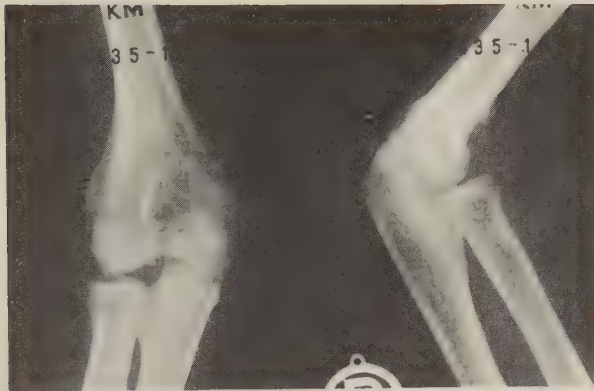
Abb. 6 : R., W., 1. Jahre (Pat. Nr. 84, v. a. S. 4.)



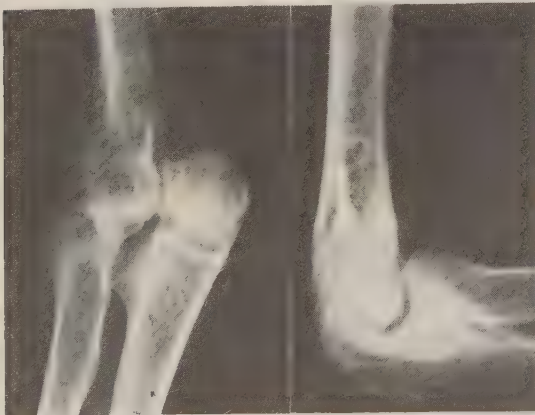
- a. Luxationsfraktur des rechten Ellbogengelenkes mit Abbruch des Condylus ulnaris und Verdrehung desselben nach unten, außen, vorne (180°).



- b. Am gleichen Tag operative Reposition und Fixation des Condylus ulnaris in achsengerechtem Stand mit einem Metallstift. (Stiftentfernung nach 4 Monaten)

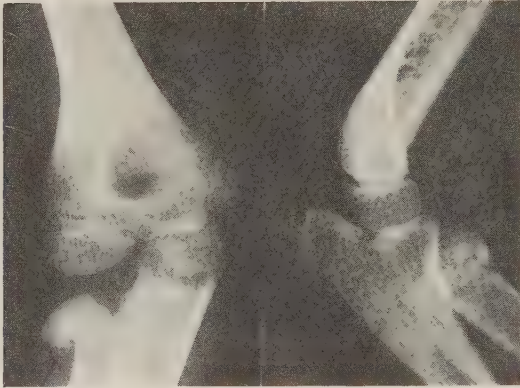


- c. Röntgenkontrolle nach 4 Monaten: Der Condylus ulnaris ist achsengerecht knöchern verheilt. Eine deutliche Periostreaktion im Bereich des lateralen Humerusendes zeigt jetzt eine Fraktur des Condylus radialis an, die auf den Aufnahmebildern nicht zur Darstellung gekommen war.

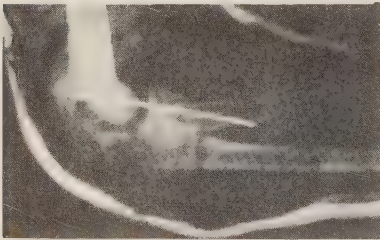


- d. Nachuntersuchungsergebnis 2 Jahre nach dem Unfall: Starke Gelenkdeformierung, Hypertrophie des Condylus ulnaris, abgeflachter Condylus radialis, kolbenförmige Verdickung des Radiusköpfchens, Valguszunahme von 15° gegenüber der gesunden Seite.

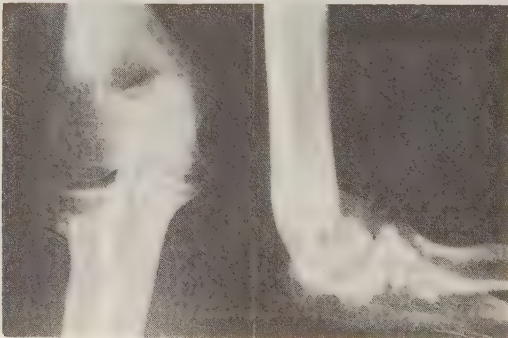
Abb. 7 : W., I., 9 Jahre (Pat. Nr. 20, vgl. S. 46)



a. Stauchungsfraktur des rechten Radiushalses mit Verkippung der Epiphyse um 60° nach radial, Olecranonquerfraktur ohne Dislokation.



b. 5 Tage nach dem Unfall operative Aufrichtung des Radiusköpfchens und transarticuläre Fixation nach WITT, Gipsverband. Fragment noch um etwa Corticalisbreite nach volar disloziert. (Stiftentfernung nach 5 Wochen)



c. Kontrolle nach 7 Jahren: Verknöcherung des Lig. anulare, Valgus 25° (links nur 15°); Olecranonfraktur folgenlos verheilt.

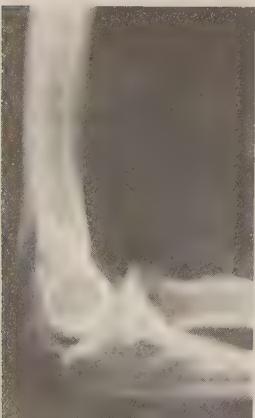
Abb. 8 : S.,H., 12 Jahre (Pat. Nr.12, vgl. S.47)



- a. Querfraktur der linken Olecranonspitze mit Dislokation des Fragmentes um ca 90° nach hinten, oben. (Therapie: Konservative Reposition und Gipsfixation in Extensionsstellung)



- b. Kontrolle nach 7 Wochen: unvollständige Adaptation und nur fibröse Bindung des Fragmentes.



- c. Nachuntersuchungsergebnis 8 Jahre später: Restitutio ad integrum.

H. LITERATURVERZEICHNIS

1. Bandi, W.:
Indikationen und Technik der Osteosynthese am Humerus,
Helv.chir.Acta 31 (1964) 89-100
2. Bandi, W.:
Die gelenknahen Frakturen des Oberarmes,
Chirurg 40 (1969) 193-198
3. Baumann, E.:
Dauerschäden nach Abbruch des Condylus humeri radialis beim
Kind und ihre Vermeidung, Helv.chir.Acta 25 (1958) 365-368
4. Baumann, E.:
Wirkliche und vermeintliche Wachstumsstörungen nach kindlichen
Ellbogenbrüchen, Helv.chir.Acta 26 (1959) 577-582
5. Baumann, E.:
Zur Behandlung der Knochenbrüche am Ellbogengelenk,
Langenbeck's Arch.klin.Chir. 295 (1960) 300-304
6. Baumann, E.:
Ellbogen, In: Spezielle Frakturen- und Luxationslehre,
hrsg.v. H.Nigst, Bd.2,1 Stuttgart 1965
7. Blount, W.P.:
Knochenbrüche bei Kindern, Stuttgart 1957
8. Blount, W.P.:
The treatment of elbow injuries in children,
Wiederherstellungschir.u.Traum. 7 (1963) 1-18
9. Böhler, J.:
Gelenknahe Frakturen des Unterarmes,
Chirurg 40 (1969) 198-203
10. Böhler, L.:
Die Technik der Knochenbruchbehandlung,
Bd.1 und Supp., 12-13. Aufl., Wien 1951-1963
11. Böhler, L.:
Konservative und operative Behandlung der kindlichen Oberarm-
brüche, Langenbeck's Arch.klin.Chir. 304 (1963) 630-632
12. Bürkle de la Camp, H.:
Die einfachste Frakturenbehandlung einschließlich Extension,
Langenbeck's Arch.klin.Chir. 295 (1960) 271-280
13. Cotta, H.:
Die operative Behandlung der Radiusköpfchenfraktur,
Arch.orthop.Unfall-Chir. 50 (1958) 260-268

14. Daum,R., Hecker,W.Ch., Rüter,E., Otto,H.:
Die distalen Humerusfrakturen im Kindesalter unter besonderer
Berücksichtigung von Spätergebnissen, Mschr.Unfallheilk. 69
(1966) 305-313
15. Ehalt,W.:
Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen, Stuttgart 1961
16. Eklöf,O., Nordstrand,A., Skog,P.A.:
Avulsion fracture of the medial humerus epicondyle,
Z.Kinderchir. 2 (1970) 110-117
17. Fahey,J.J.:
Fractures of the elbow in children,
Instruct.Lect.Amer.Acad.Orthop.Surg. 17 (1960) 13-46
18. Grob,M.:
Lehrbuch der Kinderchirurgie, Stuttgart 1957
19. Gross,P., Gerhart,A.:
Die Olecranonfraktur und ihre Behandlung,
Mschr.Unfallheilk. 67 (1964) 77-83
20. Hofmann,S.:
Die Fraktur des Condylus radialis humeri im Kindesalter,
Chir.Praxis 2 (1965) 405-416
21. Ingersoll,R.E.:
Fractures of the humeral condyles in children,
Clin.Orthop. 41 (1965) 32-42
22. Jeffery,C.C.:
Non-Union of the epiphysis of the lateral condyle of the humerus,
J.Bone Jt.Surg., Brit.Ed. 40 (1958) 396-405
23. Kluge,H.:
Behandlung der Epicondylusabrisfrakturen des Humerus beim Kind,
Zbl.Chir. 86 (1961) 1034-1043
24. Kocher,Th.:
Beiträge zur Kenntnis einiger praktisch wichtiger Frakturformen,
Basel,1896
25. Kouwenhoven,G.C., Weber,B.G.:
Zuggurtungsosteosynthese bei Olecranonfrakturen,
Arch.orthop.Unfall-Chir. 65 (1969) 244-250
26. Krebs,H., Streicher,H.J.:
Frakturen bei Neugeborenen und Kindern,
Arch.orthop.Unfall-Chir. 52 (1960) 413-437
27. Künzli,H.F.:
Zur operativen Behandlung der Ellbogenfrakturen,
Med.Diss. Basel 1961

28. Kuksov, V.F.:
Intraarticular fractures of the distal end of the humerus in children (Original in russischer Sprache), Ortop.Travm.Protez. 30 (1969) 16-20
29. Kuner, E., Weller, W., Vogl, J.:
Zur Behandlung der Radiusköpfchenfrakturen, Med.Welt N.F. 20 (1969) 788-795
30. Lorello, R.J.:
Fracture of the lateral humeral condyle in children, J.med.Soc.N.J. 62 (1965) 23
31. Lutzeyer, W., Guse, U.:
Behandlungsergebnisse von Ellbogengelenkfrakturen beim Jugendlichen unter besonderer Berücksichtigung der operativen Therapie und der Nachbehandlung, Arch.orthop.Unfall-Chir. 45 (1952/53) 629-643
32. Maatz, R.:
Brüche und Verrenkungen der oberen Extremität. In: Knochenbrüche und Verrenkungen, hrsg.v. R.Wanke, R.Maatz u.a., 2.Aufl., München-Berlin-Wien (1967) 206-259
33. McLearn, M., Merson, R.D.:
Injuries of the lateral condyle of the humerus in children, J.Bone Jt.Surg., Brit.Ed. 36 (1954) 84-89
34. Marmor, L., Bechtol, Ch.O.:
Fracture separation of the lower humeral epiphysis, J.Bone Jt.Surg., Am.Ed. 42 (1960) 333-336
35. Matti, H.:
Die Knochenbrüche und ihre Behandlung, 2.Aufl., Berlin 1931
36. Matzner, R.:
Chirurgische Erkrankungen im Bereich des Bewegungsapparates, In: Lehrbuch der Chirurgie und Orthopädie des Kindesalters, hrsg.v. A.Oberniedermayr, Bd.2, 2 Berlin-Göttingen-Heidelberg (1959) 717-844
37. Milch, H.:
Fractures of the external humeral condyle, J.Amer.med.Ass. 160 (1956) 641-646
38. Morger, R.:
Frakturen und Luxationen am kindlichen Ellbogen, Basel 1965
39. Müller, M.E., Allgöwer, M., Willenegger, H.:
Manual der Osteosynthese. AO Technik, Berlin-Heidelberg-New-York 1969
40. Müller, M.E., Allgöwer, M., Willenegger, H.:
Technik der operativen Frakturbehandlung, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1963

41. Oelsnitz, G. von der:
Die für das Kind typischen traumatischen Schäden des Skeletsystems, Hefte Unfallheilk. 102 (1970) 68-76
42. Pap, K., Szentpétery, J.:
Über die Bitorsionsdislokation der jugendlichen Epikondylenbrüche, Arch.orthop.Unfall-Chir. 49 (1957) 109-114
43. Raisch, O.:
Zur Behandlung der Frakturen des Radiusköpfchens im Kindesalter, Z.Kinderchir. 4 (1967) 71-75
44. Rehbein, F., Hofmann, S.:
Knochenverletzungen im Kindesalter, Langenbeck's Arch.klin.Chir. 304 (1963) 539-562
45. Sachs, L.:
Statistische Auswertungsmethoden, Berlin-Heidelberg-New-York 1968
46. Salter, R., Harris, R.:
Injuries involving the epiphysial plate, J.Bone Jt.Surg., Am.Ed. 45 (1963) 587-622
47. Scharpff, R.:
Über die operative Behandlung der Frakturen des distalen Humerusendes im Kindesalter, Helv.chir.Acta 20 (1953) 459-482
48. Schumpelick, W.:
Über Abrisse des Knochenkernes des Epicondylus medialis humeri, Arch.orthop.Unfall-Chir. 45 (1952/53) 206-211
49. Sewcz, H.G.:
Im Gelenk interponierter Epicondylus medialis humeri, Zbl.Chir. 94 (1969) 946-952
50. Smith, F.M.:
Medial epicondyle injuries, J.Amer.med.Ass. 142 (1950) 396-402
51. Terlep, H.:
Blutige Reposition und Erfolgsaussichten bei Brüchen am oberen Speichenende bei Kindern und Jugendlichen, Arch.orthop.Unfall-Chir. 49 (1958) 507-513
52. Vick, J.:
Beitrag zur Behandlung der Olecranonfraktur, Zbl.Chir. 91 (1966) 1588-1594
53. Wadsworth, Th.G.:
Premature epiphysial fusion after injury of the capitulum, J.Bone Jt.Surg., Brit.Ed. 46 (1964) 46-49
54. Watson-Jones, R.:
Fractures and joint injuries, Bd.1.2., 4.Aufl., Edinburgh-London 1955-1960

55. Weber, B.G.:
Grundlagen und Möglichkeiten der Zuggurtungsosteosynthese,
Chirurg 32 (1964) 81-86
56. Weller, S.:
Die absolute Indikation zu operativem Vorgehen bei kindlichen
Frakturen, Hefte Unfallheilk. 102 (1970) 83 f.
57. Witt, A.N., Walcher, K.:
Besondere Indikationen zur Osteosynthese unter Verwendung des
Instrumentariums der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese bei
Frakturen, Pseudarthrosen und orthopädischen Eingriffen,
Arch.orthop.Unfall-Chir. 65 (1969) 269-289
58. Witt, A.N., Rettig, H.:
Frakturen und Luxationen im Bereich des Ellenbogengelenkes bei
Kindern, Wiederherstellungschir.u.Traum. 7 (1963) 19-55
59. Wittich, H.:
Der Abrißbruch am Epicondylus ulnaris humeri bei Jugendlichen
und seine Nachuntersuchungsergebnisse, Mschr.Unfallheilk. 67
(1964) 513-532
60. Wolf, F.:
Verletzungen bei Kindern, Hefte Unfallheilk. 102(1970) 84-88
61. Wustmann, O.:
Chirurgie des Ellbogengelenkes, Berlin 1954

Ich danke Herrn Professor Dr. Hofmann für die freundliche Überlassung des Themas, Herrn Professor Dr. Kümmerle für die Übernahme des Korreferates und Frau Dr. Ehrenberg-Kieckebusch vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation für die Beratung bei der statistischen Auswertung und Darstellung der Ergebnisse.

K. LEBENS LAUF

Am 22.5.1940 wurde ich in Emden geboren. Von Juli 1947 bis Ostern 1950 besuchte ich eine Volksschule in Trier, anschließend die Städtische Studienanstalt, ein neusprachliches Gymnasium in Trier, wo ich am 24.2.1959 die Reifeprüfung bestand. Nach der Teilnahme an einem Lehrgang für kaufmännisch-praktische Arzthelferinnen mit abschließendem Examen im Frühjahr 1961 in Freiburg war ich 2 Jahre lang in einer chirurgischen Privatpraxis in Trier tätig. Im Sommer 1963 begann ich das Studium der Medizin an der Johannes Gutenberg Universität in Mainz. Dort legte ich am 22.7.1964 die naturwissenschaftliche und am 1.3.1966 die ärztliche Vorprüfung ab. Nach je einem Semester an den Universitäten Saarbrücken (Homburg) und Wien beendete ich das Medizinstudium in Mainz mit abschließendem Staatsexamen im Juli 1970. Meine weitere Ausbildung als Medizinalassistentin erfolgte ebenfalls an der Universitätsklinik Mainz, und zwar vom 1.1.1971 bis 30.4.1971 in der Kinderklinik und vom 1.12.1971 bis zum 31.3.1972 in der Chirurgischen Klinik. Die zwischenzeitlichen Unterbrechungen verwandte ich zur Fertigstellung der Dissertation. Seit dem 1.5.1972 bin ich als Medizinalassistentin in der 1. Medizinischen Klinik tätig.

